Aus der Hals-, Nasen- und Ohrenklinik der Universität Tübingen
Vorstand: Professor Dr. Albrecht

Der Bahnenverlauf des Nervus Cochlearis

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

Alfred Fischer
aus Stuttgart

1938

Buchdruckerei von Christian Gulde Tübingen / Lange Gasse 64

Dekan: Professor Dr. Usadel

Berichterstatter: Professor Dr. Albrecht

Zum Druck genehmigt von der Medizinischen Fakultät Tübingen

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Allgemeines 5

II. Darstellung der Cochlearisbahnen einschließlich ihrer physiologischen Bedeutung 8

1. Verlauf und Verhalten des Nervus Cochlearis in der Peripherie 8

2. Endkerne der primären Cochlearisbahnen . . . 9

3. Verlauf der Wurzelfasern des Cochlearis zu ihren Endkernen 13

4. Endkerne der sekundären Cochlearisbahnen . . 16

5. Sekundäre Cochlearisbahnen 22

6. Tertiäre Cochlearisbahnen 34

7. Endkerne der tertiären und quartären Cochlearisbahnen 37

8. Tertiäre und quartäre Cochlearisbahnen 41

9. Die eigentliche Hörstrahlung und ihre Beziehung zur Hörrinde 47

III. Rückschlüsse, die aus pathologischen und physiologischen Untersuchungen auf den Verlauf des Hörnerven gezogen werden können, (soweit sie im vorigen Abschnitt noch nicht berücksichtigt sind) . . . 49

IV. Zusammenfassung 53

V. Schrifttum 54

I.

Wohl selten ist jahrzehntelang über ein Gebiet soviel gearbeitet worden und das Ergebnis trotzdem so widersprechend, wie über den Bahnenverlauf des Nervus cochlearis. Es hat sich daher als notwendig erwiesen, die gesamten Ergebnisse, unter Berücksichtigung der vor rund 10 Jahren erschienenen grundlegenden Arbeiten von Ziehen und Marburg, zusammenfassend darzustellen, vor allem aus dem Bedürfnis heraus, eine Grundlage zu schaffen für die histologische Erforschung der erblichen Taubheit, im Hinblick auf das Gesetz zur Verhütung erbkranken Nachwuchses.

Ehe eine Beschreibung der Bahnen im Einzelnen gegeben werden kann, ist es notwendig eine Erklärung für die zum Teil so widerspruchsvollen Ergebnisse vorauszuschicken. Die Erforschung nervöser Bahnen und Kerne geschieht bekanntlich in der Hauptsache durch die Embryologie, die vergleichende Anatomie, das Tierexperiment, durch Rückschlüsse aus pathologisch-anatomischen Befunden am Menschen und neuerdings durch eine elektrische Bestimmung des Nervenstroms. Davis und Saul stellten in den Acusticusbahnen an dezerebrierten Katzen fest, daß Corpus trapezoideum, Striae acusticae, Lemnisci laterales und Colliculus inferior elektrisch aktiv reagieren. In dieser letzten Methode liegt also vielleicht eine Möglichkeit, bei Reizung bestimmter Bahnen — eventuell nach operativer Ausschaltung einzelner Kerne — qualitative Unterschiede in der Reaktion der zentralen Cochlearisganglien festzustellen. Hierbei sind wir naturgemäß vollkommen auf das Tierexperiment angewiesen. Nicht ohne weiteres aber dürfen die Ergebnisse der Untersuchungen von Tieren auf den Menschen übertragen werden, weil auch bei Tieren völlig einwandfreie Untersuchungsmethoden fehlen. Deshalb müssen alle auf dieser Grundlage gewonnenen Ergebnisse am Menschen nachgeprüft werden.

Dazu bedarf es einer kritischen Betrachtung der einzelnen Untersuchungsmethoden.

Die Gudden'sche Methode — experimentelle Zerstörung an neugeborenen Tieren — hat zwei Nachteile:

1. Die Degeneration greift hier leichter als beim erwachsenen Tier auf das folgende Neuron über.
2. Die Markfasern der primär verletzten Neurone werden vollständig resorbiert. Ein positiver Nachweis ist daher nicht mög-

lich. Ein Erkennen der geschwundenen Fasern wird durch Hypertrophie der erhaltenen erschwert (nach Vogt und Ziehen).

Ziehen ist deshalb der Ansicht, daß die Ergebnisse mit Hilfe der Gudden'schen Methode nur vorsichtig zu bewerten sind.

Die Markreifung, die immerhin einigen Aufschluß geben könnte, wird von Vogt, der sich auf die Arbeiten von Hiraho stützt, als nahezu wertlos erklärt; er hält für die Aufdeckung von Faserverbindungen die Degenerationsmethode für ausschlaggebend. Flechsig habe den Systemcharakter der Markreifung stark überschätzt.

Außerdem fordert Vogt einen Ersatz der Golgi-Ramon y Cajal-Bilder vom embryonalen oder jugendlichen Nervensystem, welche zahlreiche, später verschwindende Kollateralen zur Darstellung bringen. Sie führen, wenn sie ohne weiteres auf den Erwachsenen übertragen werden, zu falschen Vorstellungen über Leitungsbahnen.

Auch die Weigert'sche Markscheidenfärbung hat entscheidende Mängel. Bei der Charakterisierung eines Griseums können Fasern teilnehmen, die dasselbe nur durchsetzen, aber keinen anatomischen Bestandteil desselben bilden.

Ein zweiter Nachteil dieser Markscheidenfärbung liegt darin, daß es sich immer um ältere Prozesse handelt, bei denen meistens schon eine retrograde Degeneration stattgefunden hat; das heißt: die Degeneration beschränkt sich nicht auf das zu untersuchende Neuron.

Ziehen anerkennt deshelb nur die durch die Marchimethode gewonnenen Ergebnisse als einwandfrei bewiesen. Bei ihr handelt es sich um frische Degenerationen. Es ist daher möglich, retrograde Markscheidendegenerationen zu vermeiden.

Allerdings haften auch dieser Methode gewisse Mängel an.

1. Als Markscheidenfärbung:
   a) sie bringt die Degeneration des nackten Faserendes nicht zur Darstellung.
   b) Sie bedarf relativ großer Herde, um lange Fasern auch nur annähernd bis in die Gegend ihrer Endstelle zu verfolgen.
2. Eigene Uebelstände der Marchimethode:
   a) Man findet in jedem Schnitt schwarze Körner, die keine Beziehung zum Degenerationsprozeß haben.
   b) Man findet in Markscheiden einzelner Nervenfasern immer geschwärzte Körner, welche in keinem anatomischen Zusammenhang mit der Verletzung stehen. Anscheinend handelt es sich hier um normale Degenerationsprozesse. Diese sind sehr störend für die Verfolgung sekundärer Degenerationen.
   c) Entartungsprozesse der Markscheiden bleiben nicht dauernd in der Umgebung des Achsenzylinders liegen; sie werden fortgeschleppt und schwärzen andere Stellen. (Nach Vogt.)

Im Vordergrund der histologischen Untersuchungen am Menschen stehen heute vor allem sekundäre Degenerationen. Allerdings findet man kaum solche Verhältnisse, die den Voraussetzungen der Marchimethode entsprechen. Meist handelt es sich um ältere Prozesse, die zudem den Nachteil haben, daß sie sich nicht auf spezielle Bahnen und Kerne beschränken, sondern umfassendere Zerstörungen verursachen. Und trotzdem muß alles versucht werden, die Frage eines partiellen oder vorwiegend gekreuzten Verlaufs der Hörbahn auf Grund pathologisch-anatomischer Befunde zu beantworten.

Auf welchem Wege kommt nun diese Kreuzung beim Menschen zustande? Diese Frage steht heute im Vordergrund. Ebenso wichtig ist eine zweite und zwar: kann man eine dorsale von einer ventralen Cochlearisbahn in bezug auf ihre Hörfunktion unterscheiden? In diesem Zusammenhang taucht ein anderes Problem auf: gibt es getrennte Fasern für hohe und tiefe Töne, wobei sich nach Kompanejetz u. a. die für tiefe Töne kreuzen sollen? Hat man dafür irgendeinen anatomischen Anhalt?

Sehr häufig widerspricht sich auch Hörbefund und pathologisch-anatomischer Befund. Dies soll kurz erklärt werden:

Meist handelt es sich um Tumoren, die durch ihre Ausdehnung auf mehrere Bahnen übergreifen. Dabei kann ein Teil der Bahnen direkt zerstört, ein anderer nur durch Druckatrophie geschädigt sein, ohne dabei eine wesentliche pathologische Veränderung in diesem Teil der Hörbahn zu zeigen. Der Hörbefund ist aber durch beide Schädigungen zu erklären. Teilweise sind diese Herde zu verschiedener Zeit entstanden, was sich nachträglich aus dem pathologischen Befund nicht immer leicht feststellen läßt. So können ältere, auch wesentlich kleinere Laesionen, eine starke sekundäre Degeneration im folgenden Neuron hervorrufen. Würde man diese Degeneration auf einen frischen, ausgedehnteren Herd auf der Gegenseite beziehen, so könnte dies zu falschen Ergebnissen führen. In dem einen Fall würde man sich für einen gekreuzten Verlauf, in dem anderen Fall für einen ungekreuzten entscheiden.

Häufig kommen auch Hörstörungen vor, die allein auf Druck- oder Kompressionserscheinungen zurückzuführen sind, ohne in der Hörbahn selbst eine pathologisch-anatomische Veränderung zu machen. Bei dieser Art von Hörstörung ist der Unterschied zwischen Hörbefund und pathologisch-anatomischen Befund am deutlichsten.

Da also meist beweiskräftige Beobachtungen über sekundäre Degenerationen beim Menschen fehlen, ist man fast ganz auf sekundäre Degenerationen und Entwicklungshemmungen nach operativen Zer-

störungen bei Tieren angewiesen. Aber auch diese sind nicht ohne weiteres zu verwerten, da es nicht möglich ist, z. B. den Ventralkern oder die obere Olive isoliert zu zerstören. Ferner sind die Hörbefunde, die zum Teil nach solchen Operationen angestellt werden, bei Tieren nie völlig beweiskräftig, da die Hörprüfung nicht objektiv ist. Immerhin sind die Versuche von Kreidl mit medianer Oblongata-durchtrennung richtunggebend.

Alle diese Fragen sollen nun im Verlauf der Besprechung der Bahnen wieder behandelt werden. Heute handelt es sich ja nicht mehr darum, einzelne Kerne, wie Ventralkern, Tuberculum acusticum, obere Olive, Trapezkern, laterale Schleifenkerne, hintere Vierhügel, mediale Kniehöcker als Teile des Hörsystems zu erkennen, sondern nur darum, ihre funktionelle Wichtigkeit für das Hören oder als Reflexzentrum zu bestimmen.

II. Darstellung der Cochlearisbahnen einschließlich ihrer physiologischen Bedeutung.

1. Verlauf und Verhalten des Nervus Cochlearis in der Peripherie.

Der Acusticus setzt sich bei seinem Eintritt in das Zentralnervensystem aus zwei Wurzeln, der Radix Cochlearis und der Radix Vestibularis, zusammen. Diese Wurzeln sind teils lose, teils fester zu einem Stamm vereinigt. Dies ist individuell verschieden.

Aus der Myelinisierung unterscheidet Ogawa in der Acusticuswurzel mindestens drei Faserkategorien. Am frühesten myelinisieren die Fasern der Cristae und zum geringen Teil die der Maculae. Die am spätesten in Markbildung übergehenden Fasern nehmen ihren Ursprung in der Schnecke.

Durch die mehr oder weniger starke Vereinigung der beiden Wurzeln kommen vom normalen Verlauf abweichende Cochlear- und Vestibularfasern vor. Solche Fasern führen bei der Festlegung des Faserverlaufs beider Wurzeln leicht zu Verwechslungen, ob sie dem einen oder anderen System zuzurechnen sind. Dies ist auf Schnitten nicht immer leicht zu entscheiden.

Die Vereinigung der Cochleariswurzel mit der Vestibulariswurzel erfolgt beim Menschen schon innerhalb des Meatus auditorius. Die

Radix Cochlearis hat ihre Ursprungszellen im Ganglion spirale, das im knöchernen Gehäuse der Schnecke liegt, und zwar im Canalis spiralis cochleae. Diese Ursprungszellen erinnern nach de Crinis in der Form an die Cajal'sche akustische Zelle. Nach de Crinis ist es keine bipolare Zelle, sondern eine dineuritische, von denen der eine Neurit zentral leitet, der andere peripher. Die peripheren Faserbündel, die Filae auditoriae, enden auf der Basilarmembran der Schnecke.

Die zentralen Fasern der Cochleariswurzel treten zusammen mit der Vestibulariswurzel zwischen Flocculus und Brachium pontis in die Brückensubstanz ein. Die Radix cochlearis zieht jetzt nach außen und erreicht die laterale Fläche des Corpus restiforme. Sie dringt zunächst von ventral her in den ventralen Acusticuskern ein. Ein Teil der Fasern endet sofort im ventralen Acusticuskern, die andern schlagen einen mehr dorsolateralen Weg an der Außenfläche des Corpus restiforme ein.

Die Cochleariswurzel unterscheidet sich von der Vestibulariswurzel außer durch ihren anatomischen Verlauf noch durch feinere Fasern (nach Kölliker 1,0—2,5 μμ) und eine spätere Ummarkung. Ihre Fasern enden zum größten Teil im ventralen Acusticuskern und im Tuberculum acusticum. In diesen Kernen beginnt mit den sich anschließenden Neuronen zweiter Ordnung die zentrale Hörbahn. (Auf Wurzelfasern, die in zentraleren Kernen enden, ist hierbei bewußt verzichtet, da ihnen am Aufbau der zentralen Hörbahn keine wesentliche Bedeutung zukommt.)

2. Endkerne der primären Cochlearisbahnen.

Nucleus ventralis acustici:

Nach Gagel und Bodechtel, die allerdings Ventralkern und Tuberculum acusticum in eine einheitliche charakteristische Zellformation zusammenfassen (vergl. Hikiji: Nucl. ventr. und dors. eine einheitl. Zellmasse; beide stehen durch einen Zellstrang in Verbindung.), ist die Lage des Nucleus cochlearis folgende:

Er liegt im ventralen Winkel, den das Corpus restiforme mit dem Medullarwulst bildet und erstreckt sich trichterförmig in die Eintrittswurzel des VIII. Gehirnnerven, hat eine dreieckige Gestalt und schiebt einen Zellzug nach dorsal, der sich dem äußeren Medullarwulst entlangzieht und oben medial umbiegt. Der Nucleus coch-

learis ventralis tritt auf, wenn die Hauptolive noch in voller Ausdehnung zu sehen ist, unmittelbar nachdem die Glossopharyngeus-Vaguswurzel verschwunden ist. Der Nucleus triangularis ist hier in voller Entwicklung; vom dorsalen Vaguskern sind nur noch Reste vorhanden. Von diesem ventralen Cochlearisanteil steigt ein dorsaler Zellzug auf, der um die Vorwölbung des Corpus restiforme in nach außen konvexem Bogen herumzieht und den hier gelegenen marginalen Kern des Corpus restiforme ablöst. Dieser Zellzug hat denselben Zelltyp wie der Hauptkern des Cochlearis. Letzterer endet, wenn sich die caudalste Gruppe des Facialiskerns zeigt. Damit besteht eine anatomische Trennung zwischen Ventralkern und Tuberculum acusticum, die auch zum besseren Verständnis des Bahnenverlaufs unbedingt notwendig ist.

Marburg unterscheidet beim Menschen im Ventralkern zwei von einander differenzierte Zellgruppen, eine laterale und eine mediale. Die medialen Zellen, die weitaus die Hauptmasse ausmachen, zeigen gewöhnlich Birnenform, die lateralen Zellen sind relativ klein, spindelförmig und lassen oft kaum den Ganglienzellcharakter erkennen. In den oraleren Partien werden auch die kleinen Zellen lateral deutlich und zeigen eine schöne Nissl-struktur. Wahrscheinlich mischen sich hier Zellen des dorsalen Kerns mit denen des ventralen. (Marburg.) Dies deckt sich etwa mit der Ansicht Ziehens, der zwei Hauptkategorien von Zellen im ventralen Kern unterscheidet, nämlich Körnerzellen und Hauptzellen. Die Körnerzellen sind nach Ziehen wahrscheinlich dem Kleinhirn homologe, nicht zur Funktion gelangte Elemente. Der Gedanke geht wohl auf Cajal zurück. Die Hauptzellen sind in der Ueberzahl und die wesentlichen funktionstragenden Gebilde des Ventralkerns. Nur in der Peripherie sind sie sehr spärlich. Die Axone der Hauptzellen zeigen auf Golgipräparaten, daß sie teils in Fasern des Tractus trapezoidalis ventralis, teils auch in solche des Tractus trapezoidalis intermedius und dorsalis übergehen. (Diese Einteilung stammt von Ziehen).

Kollateralen, die Cajal bei neugeborenen Katzen beschrieb und die an anderen Ganglienzellen des Ventralkerns enden sollen, sind beim Menschen nicht beobachtet (vergl. Vogt's Einwand über Kollateralen). Nach Ziehen beruht vielleicht die mangelhafte Unterscheidung von Tönen bei Unmusikalischen auf dem Vorhandensein zahlreicher solcher Kollateralen (Aufhebung der isolierten Leitung). Wahrscheinlicher wird aber dieses Problem in die erweiterte Hörrinde (Musikzentrum) zu verlegen sein.

Eine etwas andere Einteilung des Ventralkerns trifft Poljak bei Säugetieren. Er unterscheidet einen Nucleus cochlearis ventralis oralis (ant.) und einen Nucleus cochlearis ventralis caudalis (post.).

Die Zellen des Ventralkerns (wohl identisch mit den medialen Zellen Marburg's und den Hauptzellen Ziehen's) werden von Gagel und Bodechtel (Nissl-färbung) wie folgt beschrieben: Die Zellen liegen gleichmäßig gruppiert, sind bläschenförmig rund, oval und haben einen meist zentral gelegenen Kern mit deutlicher Kernmembran und feinen Kernhauben. Das Protoplasma um den Kern ist ziemlich hell und feinstäubig, nur an der Peripherie sieht man mittelgrobe Schollen. Gerade dieser Zelltyp schützt vor einer Verwechslung mit einer Kernmasse, welche sich hauptsächlich in der ventromedialen Partie im Cochleariskerngebiet ausbreitet, dem Corpus pontobulbare (Marburg) oder Nucleus bulbo-pontinus (Gagel und Bodechtel). Nach Marburg stellt diese Kernmasse eigentlich einen vorgeschobenen Brückenkern dar. Dieses Corpus pontobulbare setzt sich aus einzelnen Kerngruppen zusammen, die von einzelnen Forschern zum Teil verschieden benannt sind. (Ueber Einzelheiten: Nucl. tectorius, nucl. appositus tract. spinalis trigemini usw. s. Marburg, Ziehen.) Dieser Kern ist deshalb besonders wichtig, weil er durch seine Lage verschiedentlich zu den Cochleariskernen in Beziehung gebracht wird.

Tuberculum acusticum:

Das Tuberculum acusticum ist beim Menschen nicht so stark entwickelt wie bei manchen Tieren. Es beginnt etwas caudaler als der Ventralkern und liegt der Oberfläche des Corpus restiforme auf; teilweise erstreckt es sich auch noch etwas weiter. Nach lateral außen bildet es eine flache, konvex begrenzte Vorwölbung im dorsolateralen Teil der Medulla oblongata. Medialwärts stößt das Tuberculum acusticum im Boden der Rautengrube an ein noch wenig erforschtes graues Gebiet, das dorsal von der Formatio fasciculata als schmaler Streifen eine Brücke zwischen dem Tuberculum acusticum und dem dorsolateralen Ausläufer des Nucleus triangularis bildet und meist von starken Striae medullares durchzogen wird (Ziehen). Hier ist die Abgrenzung sehr unscharf. Die Beziehung zum Ventralkern wurde vorher erwähnt. Eine schichtartige Anordnung der Ganglienzellen wie bei Tieren läßt sich nach Kölliker nicht nachweisen. Marburg stellt im Gegensatz zu Kölliker im Tuberculum acusti-

cum eine solche fest, und zwar an der Stelle seiner besten Entwicklung von außen nach innen:

1. Ependymschicht
2. Eine zellarme Schicht
3. Schicht der kleinen Zellen (Körner)
4. Zone der großen Zellen.

Letztere bilden die Hauptschicht des menschlichen dorsalen Kerns.

Ziehen unterscheidet wie im Ventralkern Körnerzellen und Hauptzellen. Bei den Hauptzellen überwiegen im Gegensatz zum Ventralkern die Spindelformen. Sie sind namentlich bei Tieren radiär orientiert; ihre Dentriten zerfallen in zwei Büschel, von denen eines zur Oberfläche aufsteigt, das andere einwärts gerichtet ist. Am Uebergang zu den Striae acusticae sind letzteren ganz schlanke, pyknomorphe Zellen eingelagert, die aber mit den Cochleariszellen nichts zu tun haben (Gagel und Bodechtel). Von de Crinis wird auf Grund einer neuen Färbemethode noch eine bipolare Zelle von eiförmiger Gestalt und zarten horizontal gerichteten Fortsätzen beschrieben, die in der Gestalt der sogenannten Cajal'schen akustischen Zelle gleichen soll. Diese Art von Zellen findet de Crinis außer im Tuberculum acusticum im hinteren Vierhügel, im medialen Kniehöcker und in der Hörrinde. Sie sollen die zentrale Hörbahn mit ihren Umschaltstellen anatomisch zu einem einheitlichen geschlossenen Gebiet zusammenfassen.

Das Verhalten des Axons der Hauptzellen ist nach Ziehen sehr charakteristisch. Er wendet sich entweder ventromedial und zieht zu Nervenfasern des Tractus trapezoidalis dorsalis und intermedius, die aus dem Ventralkern stammen und schließt sich diesen an, oder er geht selbst in die Striae medullares sive acusticae über. Etwas näheres über die Axone der Körnerzellen auszusagen ist nach Ziehen nicht möglich.

Unterscheidungsmerkmale von Tuberculum acusticum und Ventralkern:

Nach Gagel und Bodechtel besteht kein Unterschied in den Zellen. Nach Ziehen sind die Hauptzellen im Tuberc. acusticum etwas kleiner als im Ventralkern; es überwiegt mehr der Spindelzelltyp. Kölliker ist ähnlicher Ansicht. Nagino faßt den Unterschied folgendermaßen zusammen:

1. Im Tuberculum acusticum liegen die Zellen dichter zusammen und sind kleiner als im Ventralkern.

2. Eine Menge kleiner Zellen (Körnerzellen) legt sich vor allem an den lateroventralen Rand des Ventralkerns. Der laterale Rand des Tub. acusticum ist dagegen von solchen Körnerzellen frei.
3. Fasern im Tuberculum acusticum sind sehr fein, dagegen im Ventralkern relativ dick.

3. Verlauf der Wurzelfasern des Cochlearis zu ihren Endkernen.

Weitaus die meisten Wurzelfasern enden im Ventralkern und im Tuberculum acusticum. Das wird von allen Forschern anerkannt (vergl. Ziehen, Marburg). Die Frage ist nur die: gibt es eine größere Anzahl Wurzelfasern, die über diese beiden Endkerne hinausziehen, entweder im gegenseitigen Ventralkern, in den oberen Oliven, in den Trapezkernen, in den Kernen der lateralen Schleife, im hinteren Vierhügel oder erst in der Hörrinde endigen? Vorher muß jedoch untersucht werden, wie die Wurzelfasern des Cochlearis im Ventralkern und im Tuberculum acusticum enden.

Es ist nicht so, daß die lateralen Fasern der Cochleariswurzel zum Tuberculum acusticum und die medialen zum Ventralkern ziehen; vielmehr gelangen auch viele mediale Fasern zur Außenfläche des Corpus restiforme und weiter zum Tuberculum acusticum (Ziehen). Je nach der Höhe, in der man die Cochlearisfasern bei ihrem Eindringen in den Ventralkern trifft, ändert sich ihre Lage dem Kern gegenüber. Es ist meist so, daß der Hauptteil des Ventralkerns lateral von ihnen gelegen ist.

Im Ventralkern teilen sich die Wurzelfasern in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast, was nach Marburg auch für den Menschen gilt, an Bielschowskypräparaten aber nicht so einwandfrei und für alle Fasern zu beweisen ist. Nach Cajal (zit. bei Ziehen) wendet sich der kürzere, aufsteigende Ast oralwärts (proximal) und vielleicht etwas dorsal. Er endet, nachdem er nur hin und wieder eine Kollaterale abgegeben hat, an den proximalen Zellen des Ventralkerns mit knopf- oder kolbenähnlichen Anschwellungen, die zum ersten Mal von Held beschrieben sind. Nach Marburg sollen diese Anschwellungen eine ungemein intensive Einwirkung der Schallreize auf die Ganglienzellen ermöglichen. Die absteigenden Aeste bilden zahlreiche Kollateralen und Endaufzweigungen, die nach Köllikker dichter und zierlicher sind, als in irgendeinem anderen Kern. Sie ziehen dann dorsalwärts und enden teils

im Tuberculum acusticum, teils in den dorsalsten Partien des Ventralkerns. Beim Menschen überwiegen die im Ventralkern endigenden Wurzelfasern.

Die Endigung der Wurzelfasern im Tuberculum acusticum ist in ihren Einzelheiten nicht klar. Es liegt daran, daß das Tuberculum acusticum bereits caudaler beginnt und außer von Wurzelfasern bereits auch von sekundären Cochlearisbahnen durchzogen wird.

Nach einigen Forschern (Winkler, Held, Lewandowsky) sollen außer Cochlearisfasern auch Wurzelfasern des Vestibularis lateral um das Corpus restiforme herumziehen (zit. bei Ziehen und Mingazzini). Es handelt sich hier nach anderen Forschern um versprengte, mit der Cochleariswurzel ziehende Vestibularisfasern. (Vergl. II, 1.)

Es ist interessant, daß auch bei den Silberimprägnationen die Endigungen der Cochlearisfasern im Tuberculum acusticum nicht so deutlich sind wie im Ventralkern. Deshalb wird häufig nur von Kollateralen gesprochen, die sich an die Mitralzellen des Tuberculum begeben. (Marburg)

Sind nun das Tuberculum acusticum und der Ventralkern die wichtigsten Endkerne der Wurzelfasern des Cochlearis?

Ziehen gibt dafür folgenden Beweis:

a) Untersuchung der Markscheidenentwicklung zeigt, daß die Cochlearisfasern sich später als die Vestibularisfasern mit Mark umhüllen, nämlich beim menschlichen Embryo erst gegen Anfang des 5. Monats. Es ergibt sich dabei mit großer Wahrscheinlichkeit die oben angegebene Endigung.
b) Die isolierte Zerstörung der Schnecke mit Einschluß des Ganglion spirale beim neugeborenen Tier (Kaninchen, Katze) hat eine Atrophie des gleichseitigen Ventralkerns und des gleichseitigen Tuberculum acusticum zur Folge (Gudden'sche Methode).
c) Golgi-präparate zeigen mit großer Deutlichkeit, daß die Cochlearisfasern zu den genannten Endkernen ziehen; anderweitige Endigungen lassen sich nicht feststellen.

Die isolierte Zerstörung der Schnecke mit Einschluß des Ganglion spirale beim Erwachsenen müßte eine sekundäre Degeneration im Ventralkern und im Tuberculum acusticum ergeben. Leider fehlen solche Beobachtungen fast vollständig (Ziehen).

Interessant ist folgender Fall. O'Leary berichtet von einem Gehirnbefund einer Frühgeburt (mens. VII) mit fehlendem linkem äußeren Ohr, äußerem Gehörgang und mißgebildetem Mittelohr

und Labyrinth. Das rechte Ohr war normal. Die Cochlearis- und Vestibulariswurzeln fehlten auf der Seite des mißgebildeten Ohres; außerdem der dorsale und ventrale Cochleariskern. Dagegen waren Nucleus vestiburis sup., med. und lat. auf beiden Seiten gleichmäßig ausgebildet. Nucleus olivaris sup. und Nucleus trapezoidalis, sowie Trapezkörperfaserung zeigten beiderseits keine Besonderheiten.

Es handelt sich um einen Fall, bei dem auf der einen Seite das ganze primäre System des Cochlearis nicht ausgebildet ist. Würden sich nun wesentliche Teile von Wurzelfasern über das Tuberculum acusticum und den Ventralkern hinaus fortsetzen, um entweder in der oberen Olive oder dem Trapezkern, sei es auf der gleichen oder gekreuzten Seite, zu endigen, müßte sich in diesem Fall von Mißbildung ein gradueller Unterschied zwischen rechter und linker Seite in den zentralen Cochlearisbahnen feststellen lassen.

Nach Nagino sind Ventralkern und Tuberkulum acusticum die primären Aufnahmestätten der Schallreize. Dazu folgender Fall: Myxom der linken Kleinhirnhälfte. Linkes Ohr taub, rechtes Ohr schwerhörig. Die an der Peripherie gelegenen Tubercula acustia und Ventralkerne zeigen durch Kompressionserscheinungen starke Druckatrophie. Sie genügt, die Taubheit in diesem Fall zu erklären. Daß trotz starker Druckatrophie keine sekundären Degenerationen im weiteren Verlauf des Hörnerven auftreten, nimmt Nagino als Beweis für die Richtigkeit seiner obigen Annahme.

Kaida unterscheidet nach experimentellen Untersuchungen an Kaninchen (Marchimethode) in den Wurzelfasern des Cochlearis eine dorsale und eine ventrale Bahn.

a) Dorsale Bahn: Der größte Teil dieser Fasern endet im Ventralkern und im Tuberculum, acusticum. Ein geringerer Teil geht durch diese Kerne weiter dorsomedial, biegt oberhalb des Corpus restiforme um und endet als Held'sches Bündel in den beiden oberen Oliven. Ein sehr kleiner Teil dieser Fasern zieht weiter oralwärts und endet als medialer Teil des Lemniscus lateralis im ventralen Kern dieses Lemniscus. (Das sogenannte Monakow'sche Bündel enthält keine Wurzelfasern.)

b) Ventrale Bahn: Diese Wurzelfasern gehen im ganzen spitzwinklig direkt in den Trapezkörper über. Ein geringer Teil davon endet in der homolateralen oberen Olive, der größere Teil geht zum ventralen Trapezkern der anderen Seite. Schließlich geht ein kleiner Teil dieser Fasern noch weiter oralwärts bis zum ventralen Kern der lateralen Schleife.

Aehnliche Angaben werden, was die ventrale Bahn anbetrifft, von Winkler, Thomas, Tricomi-Allegra (zit. bei Ziehen) gemacht. Ziehen macht den Einwand, daß Golgi-präparate keinen Uebergang von Wurzelfasern in den Trapezkörper zeigen. Daß in der Marchimethode gewisse Unsicherheiten liegen, ist aus den am Anfang gemachten Ausführungen ersichtlich.

Weitere Angaben, die mit der dorsalen Bahn Kaida's übereinstimmen, finden sich bei Ziehen. Winkler, Tricomi-Allegra und Weigner beobachteten nach Zerstörung der Schnecke eine Degeneration in den Striae. Van Gehuchten lehnt diese Tatsache, daß es sich hierbei um Wurzelfasern handelt, auf Grund eigener Untersuchungen ab. Cajal und Oseretzkowsky lassen die Möglichkeit offen.

Marburg, der ebenfalls die oben erwähnten Forscher zitiert, kommt zu dem Schluß, daß die Endstätte dieser Wurzelfasern der gegenseitige Trapezkern ist. Ihr Vorkommen ist im allgemeinen gering und für den Menschen nicht absolut sicher erwiesen. Für den gesamten Verlauf und die Funktion der Hörbahn sollen sie keine oder nur geringe Bedeutung haben.

Zum Schluß sei auch noch Anton erwähnt, nach dessen Ansicht Wurzelfasern, die durch den Ventralkern hindurchziehen, im hinteren Vierhügel, wahrscheinlich auch im vorderen Vierhügel enden. Nach anderen Autoren führen Wurzelfasern bis in die Hörrinde. (Held)

Auf die von Ziehen erörterten Beziehungen der Wurzelfasern zum Kleinhirn, zu den Kernen der Vestibularwurzel, dem Abducens- und Facialiskern, soll, da sie durchweg nicht sicher erwiesen sind, nicht näher eingegangen werden.

Abschließend kann man also sagen:

Der Ventralkern und das Tuberculum acusticum sind die Hauptendigungsstätten der Wurzelfasern des Cochlearis.

4. Endkerne der sekundären Cochlearisbahnen.

Vor der näheren Beschreibung der sekundären Cochlearisbahnen ist es nötig, deren Endkerne zuerst zu besprechen.

Es empfiehlt sich, außer dem Kern der oberen Olive und dem Trapezkern, den ventralen Kern der lateralen Schleife hier mitzubesprechen. Dabei soll noch erörtert werden, ob im letzteren auch tertiäre Bahnen enden.

Nucleus olivaris superior:

Die obere Olive ist beim Menschen lange nicht so stark entwickelt wie bei vielen Säugern und zeigt auch keine Fältelung. Sie setzt sich aus verschiedenen grauen Massen zusammen.

Fuse setzt an Stelle des Nucleus olivaris superior plus Trapezkern den Begriff des oberen Olivenkomplexes und wird damit der weitgehendsten Differenzierung gerecht. (Einzelheiten s. später.)

Gagel und Bodechtel unterscheiden beim Menschen:

1. Die untere Olive — Hauptolive
2. Die oberen und unteren Nebenoliven
3. Die obere Olive.

Nach ihnen hat die obere Olive eine ganz andere Zellstruktur als die anderen Olivenformationen und ist von diesen zu trennen. Sie liegt im Brückengebiet und tritt auf, wenn die Hauptolive in der Serie längst verschwunden ist. Sie beginnt, wenn der Facialiskern schon stark entwickelt ist, liegt medial, etwas unterhalb von ihm, verschwindet wieder, wenn der motorische Trigeminuskern seine größte Ausdehnung zeigt. Weiterhin liegt sie medial und oral vom Trapezkern, lateroventral von der Substantia reticularis. Ihre charakteristischen Zellen sind länglich, spitzdreieckig oder lanzettförmig, und liegen sehr dicht. Der Kern ist länglich oval. Häufig sieht man Kernhauben. Die obere Olive ist umgeben von einem Kranz von Zellen, die nicht gleichmäßig dicht liegen und in ihrer Form an die Zellen der oberen Olive und des Trapezkerns erinnern — Nucleus semilunaris.

Die obere Nebenolive ist für die weitere Besprechung ebenfalls von Bedeutung. Nach Gagel und Bodechtel unterscheidet sie sich morphologisch wesentlich von der oberen Olive. Sie erscheint auf Querschnitten bevor der Nucleus triangularis dorsalis des Nervus Vestibularis beginnt, oberhalb der Hauptolive, oft auch in einzelnen Gruppen um ihren medialen Winkel liegend. Sie stellt ein Zellband dar, das fast horizontal und leicht nach abwärts gebogen konkav liegt. Es verschwindet wieder vor dem Auftreten des Facialiskern. Von dieser oberen Nebenolive können sich kleine Inseln abspalten. Ihre Zellen haben im allgemeinen den gleichen Zellcharakter wie die der Hauptolive. Die Zellen sind kugelig mit häufig zu einem Spitzenfortsatz verdrängten Kern.

Auffallend ist das eine, daß die obere und untere Nebenolive, obwohl sie morphologisch der Hauptolive gleichen, nach Gagel und Bodechtel äußerst selten, bei einem die Hauptolive schädigenden Prozeß befallen sind. Gagel und Bodechtel haben dafür keine Erklärung. Auf Grund sekundärer Degenerationen, wie in einem späteren Teil der Arbeit ausgeführt wird, muß man die obere Nebenolive zum Cochlearsystem rechnen, obwohl sie nach Gagel und Bodechtel morphologisch von der oberen Olive verschieden ist.

Die meisten Forscher teilen die obere Olive in eine mediale (nach Ziehen streifenförmige) und eine laterale (nach Ziehen halbbogenförmige) Gruppe ein. Cajal unterscheidet außerdem noch zwei praeolivare Kerne, und zwar einen äußeren und einen inneren (nähere Einzelheiten s. Ziehen und Marburg).

Fuse unterscheidet im oberen Olivenkomplex sogar 11 Teile, die hier, ohne sie ausführlich zu besprechen, kurz angeführt werden sollen, denn sie sind für den Verlauf der sekundären Cochlearisbahnen von Wichtigkeit.

1. Obere Hauptolive — laterale Gruppe der oberen Hauptolive — Rotula (Ziehen).
2. Dorsale Nebenzellgruppe der oberen Hauptolive (Zugehörigkeit zum System des Trapezkörpers zweifelhaft, bejahendenfalls ev. als Nucleus trapezoidalis dorsalis zu bezeichnen).
3. Ventrale Nebenzellgruppe der oberen Hauptolive — Nucleus trapezoidalis lateralis.
4. Obere Nebenolive — mediale Hauptgruppe der oberen Olive — Pararotula (Ziehen).
5. Ventrale Nebenzellgruppe der oberen Nebenolive.
6. Ventrolaterale Nebenzellgruppe derselben.
7. Mediodorsale Nebenzellgruppe derselben.
8. Dorsale Nebenzellgruppe derselben.

   Selbständige Bedeutung dieser sehr inkonstanten Zellgruppen 5—8 ist nach Ziehen sehr zweifelhaft.
9. Medioventrale Nebenzellgruppe der oberen Nebenolive — Nucleus trapezoidalis medius.
10. Mediale Nebenzellgruppe der oberen Nebenolive — Nucleus trapezoidalis medialis.
11. Interolivare, zwischen der oberen Nebenolive und der oberen Hauptolive untergebrachte Zellgruppe (nach Ziehen's Präparaten inkonstant und sehr variabel).

Ziehen ist der Ansicht, daß eine so weit gehende Gliederung nicht aufrecht erhalten werden kann.

Die Nervenzellen der lateralen Gruppe sind nach Ziehen kugel- oder birnförmig, die der medialen Gruppe auf Nisslpräparaten von gestreckt spindelförmiger Gestalt. Nach Mingazzini ist die laterale Gruppe beim Menschen viel stärker entwickelt. Ziehen glaubt sie sei höchstens so zellreich wie die mediale und spricht daher von ihrer relativen Verkümmerung beim Menschen. Die Grenze zwischen beiden wird als dorsaler Hilus bezeichnet, von dem Fasern ausgehen, welche als sog. Olivenstiel in Richtung des Abducens ziehen (Mingazzini). Dieser endet nach der heutigen Ansicht sehr wahrscheinlich in der Formatio reticularis.

Der Faserverlauf in der oberen Olive ist heute noch eines der unklarsten Kapitel im Verlauf der zentralen Hörbahn. Denn es handelt sich nicht nur um Fasern, die in der oberen Olive enden, sondern auch um Fasern, die in der oberen Olive entspringen, ganz abgesehen von Kollateralen und solchen Fasern, die nur die obere Olive durchziehen. Zudem ist die obere Olive kein einheitliches Gebilde. So gibt es sicher auch Fasern, die die einzelnen grauen Massen untereinander verbinden: kommissurale und konjunctivale Fasern. Ziehen, dem wir sonst die aufschlußreichsten Mitteilungen über Fasernverlauf verdanken, gibt an, daß er selbst über keine ausreichenden Golgi-präparate für den Menschen verfügt.

Das Geflecht von Nervenfasern, das einen großen Teil der oberen Olive bildet, teilt Mingazzini folgendermaßen ein: es besteht 1. aus Kollateralen und den autochthonen Neuriten der Nervenzellen der oberen Olive und 2. den Fasern, die aus dem Trapezkörper kommen. Diese beteiligen sich wesentlich am Aufbau der oberen Olive. Ein Teil dieser letzteren Fasern dringt in den hinteren Teil der Olive ein; die von ihnen abgehenden Kollateralen, welche auf der hinteren Fläche des Kerns verlaufen, bilden die hinteren Trapezbahnen; die anderen auf der vorderen Fläche verlaufenden Kollateralen die vorderen Trapezbahnen (Mingazzini). Endfasern und diese Kollateralen dringen in die obere Olive ein, und zwar die vorderen Trapezfasern durch den ventralen Hilus und die hinteren durch den dorsalen Hilus. Sie bilden den Ursprung der Markkapsel des Kerns der oberen Olive.

Nach Lewy und Held (zit. bei Pollak) bekommt die obere Olive die meisten Fasern aus der Held'schen Bahn (tractus trapezoidalis dorsalis und intermedius). Auch Nagino ist der Ansicht, daß nach den Untersuchungen sämtlicher Forscher der obere Olivenkomplex mit der Trapezfaserung aus dem Ventralkern in einem viel engeren Zusammenhang steht als mit der aus dem Tuberculum acusticum. Der striäre Weg ist weniger gesichert. Nach Monakow und Ziehen durchziehen die meisten striären Fasern die obere Olive. Auch Kaida erwähnt keine striäre Faserung zu den oberen Oliven.

Die dorsal eintretenden Fasern stammen nach Ziehen aus den dorsalen Trapezbündeln, die ventral eintretenden aus den entspre-

chenden ventralen Trapezbündeln. Nach Marburg, van Gehuchten, Lewandowsky (zit. bei Marburg) ändern die Fasern aus dem Ventralkern ihre Lage beim Ueberschreiten der Raphe und zwar so, daß die ventralen dorsalwärts steigen, die dorsalen umgekehrt. Fuse läßt eine solche Umlagerung nicht gelten.

Der Verlauf der autochthonen Neurite ist wesentlich schwieriger festzustellen. Nach Ziehen sollen diese in Trapezfasern übergehen, wobei bei Nagern und Kaninchen sowohl eine mediale als auch eine laterale Verlaufsweise vorkomme; ein Ueberwiegen der medialen Verlaufsweise findet nicht statt. Nach Cajal (zit. bei Mingazzini) wenden sich einige nach hinten, den Konturen der oberen Olive folgend, zu der hinter der oberen Olive liegenden Substantia reticularis grisea. Hier nehmen sie nach einer Biegung oder Bifurkation eine vertikale Richtung ein und bilden so die zentrale tertiäre Cochlearisbahn — die laterale Schleife. Andere Neuriten vereinigen sich mit dem Trapezbündel. Erwähnt sei hier das Schema Fuse's über die Faserverbindungen des oberen Olivenkomplexes (s. bei Nagino oder Pollak).

Trapezkern:

Der Trapezkern ist beim Menschen noch viel geringer entwickelt als die obere Olive. Er liegt nach Gagel und Bodechtel unterhalb und lateral vom Facialiskern, bevor die obere Olive auftritt. Er zerfällt in zwei kleinere, reticuläre Zellgruppen inmitten der Trapezfaserung. Diese beiden Gruppen gehen in das Zellareal, das die obere Olive umgibt, über. Ihre Zellen sind klein, rundlich, ihr Protoplasma feinstäubig, mit gröberen Körnern durchmischt. Der Zellkern ist rundlich, mit deutlicher Kernmembran und häufig mit Kernhauben versehen. Nach Ziehen gleichen sie denen der oberen Olive in hohem Maße, nur überwiegen rundliche Formen.

Nach Ziehen sind die vorher erwähnten Nuclei praeolivares Cajal's wahrscheinlich zum Trapezkern zu rechnen. Ziehen unterscheidet beim Menschen drei Gruppen: eine mediale, eine mittlere und eine laterale. Sie sind gegen ihre Umgebung nicht leicht abzugrenzen, vor allem auch nicht gegen den ventralen Kern der lateralen Schleife (vergl. die Einteilung Fuse's für den oberen Olivenkomplex).

Die Endigungen der Nervenfasern im Trapezkern sollen nach Held, La Villa und Cajal (zit. bei Ziehen) eigentümliche

Faserkörbchen bilden, während diese Bildung von anderen Forschern abgelehnt wird. Nach Kölliker handelt es sich hier um Kunstprodukte. Diese Nervenfasern stammen aus Trapezfasern – – teils Stammfasern, teils Wurzelfasern (Cajal u. a.) – – und sollen fast alle von der Raphe kommen (zit. bei Ziehen).

Der Verlauf des Axons aus den Ganglienzellen des Trapezkerns ist nach Ziehen (Held) teils ein medialer, teils ein lateraler, nach Cajal im überwiegenden Maße ein lateraler.

Die Endkelche, die eine große Aehnlichkeit mit denen des Ventralkerns zeigen, weisen nach Marburg vielleicht darauf hin, daß der Trapezkern, wenn man bedenkt, wie rudimentär er beim Menschen ist, im Sinne Cajal's eine primäre und keine sekundäre Endstätte der Cochlearisfasern ist.

Ventraler Kern der lateralen Schleife:

Der letzte der zu besprechende Endkerne des sekundären Bahnensystems des Cochlearis ist der Nucleus ventralis lemnisci lateralis, da sehr viele sekundären Cochearisfasern nicht nur in der oberen Olive und im Trapezkern, sondern auch im ventralen Kern der lateralen Schleife endigen. Dabei soll nicht gesagt sein, daß etwa keine sekundären Cochlearisfasern über den ventralen Schleifenkern hinausziehen.

Dieser liegt im Gebiet der lateralen Schleife, am oberen Ende oder nach Aufhören der oberen Olive, inmitten der Schleifenfasern und läßt sich gegen den oberen Olivenkomplex nur schlecht abgrenzen. Die meisten Forscher unterscheiden einen ventralen und einen dorsalen Schleifenkern. Hier interessiert vor allem als sekundärer Cochleariskern der ventrale Kern, den Ziehen wieder in einen Nucleus latero-ventralis und einen Nucleus medioventralis lemnisci lat. trennt. Die Zellen des Nucleus latero-ventralis sind nach Ziehen im ganzen etwas größer. Nach Held, Kölliker und Jakobsohn sind diese lateralen Kerne nichts anderes als eine Fortsetzung der oberen Olive. Cajal (zit. bei Marburg) widerspricht dieser Auffassung und bezeichnet die Kerne der lateralen Schleife als selbständige Gebilde, was sich auch in einer anderen Zellform und Zellgröße ausdrücke. Sie seien größer und hätten gut ausgebildete Dentriten.

Dieser ventrale Schleifenkern nimmt einen nicht unwesentlichen Anteil an der Bildung tertiärer Cochlearisbahnen, worauf bei der Besprechung der lateralen Schleife näher eingegangen werden soll.

5. Sekundäre Cochlearisbahnen.

Die sekundären Cochlearisbahnen bilden den Hauptbestandteil einer zwischen den beiden Ventralkernen querverlaufenden Fasermasse, dem Trapezkörper. Nach Kölliker liegt der Trapezkörper im Innern des distalen Teils der Brücke und ist beim Menschen ganz gut ausgebildet. Er stellt auf den ersten Blick eine Verbindung der beiden Ventralkerne des Cochlearis als eine Art bogenförmige Kommissur dar, welche die Nervi Vestibulares, Faciales und Abducentes kreuzend, mit zierlichen, wellenförmigen Biegungen an der ventralen Seite des Corpus restiforme, der aufsteigenden Quintuswurzel, des Facialiskerns und der oberen Olive verläuft, und letztere zum Teil mit Fasern umhüllt, zum Teil mit Fasern durchzieht. Jenseits der oberen Olive, zwischen ihr und dem Abducenskern liegt an der ventralen medialen Seite der oberen Olive zwischen den Fasern des Trapezkörpers der Trapezkern. Von hier verbreitert sich dann der Trapezkörper gegen die sagittale Mittelebene der Brücke ganz auffallend, um sich endlich in der Gegend der Raphe mit den Elementen des Organs der anderen Seite unter spitz dorsalwärts gerichteten Winkeln zu kreuzen.

Wie vorher klargelegt, sind Ventralkern und Tuberculum acusticum die Hauptendstätten der primären Cochlearisbahnen. Man muß deshalb die sekundären Cochlearisbahnen trennen in solche aus Ventralkern und Tuberculum acusticum.

A) Sekundäre Bahnen aus dem Ventralkern:

Den meisten Forschern nach ist eine dorsale von einer ventralen Bahn zu unterscheiden. Ziehen teilt erstere weiterhin noch in einen Tractus trapezoidalis dorsalis und einen Tractus trapezoidalis intermedius ein, die zusammen das Held'sche Bündel bilden. Der Tractus trapezoidalis ventralis — der der ventralen Bahn entspricht, — ist beim Menschen weitaus der mächtigste, während die beiden ersteren stark verkümmert sein sollen. Der Tractus trapezoidalis dorsalis zieht dorsal um das Corpus restiforme herum und wendet sich, verstärkt durch spärliche Fasern aus dem Tuberculum acusticum von laterodorsalwärts her zum Trapezkörper. Ein anderer Teil der Fasern durchzieht in kleinen Bündeln das Corpus restiforme und führt als Tractus trapezoidalis intermedius ebenfalls von dorsolateral zum Trapezkörper.

Die meisten Fasern wenden sich vom Ventralkern gleich medial und bilden den Tractus trapezoidalis ventralis. Die intermediären und dorsalen Fasern gelangen durch den spinalen Trigeminus oder aber durch den Deiters'schen Kern in die Haube und ziehen gegen die Olive der gleichen oder gekreuzten Seite, um dort größtenteils zu endigen (Marburg).

Ziehen stützt sich, was den Verlauf dieser Fasern anlangt, auf Golgi-präparate, allenfalls noch auf Myelinisation und auf die vergleichende Anatomie. Er gibt als Hauptverlauf für die sekundären Cochlearisbahnen aus dem Ventralkern an, daß sie in der Hauptsache im Trapezkörper die Mittellinie überschreiten und zum Teil wahrscheinlich in der Gegenseite enden. Dieselbe Angabe findet sich bei Pollak.

Als Endkerne kommen in der Hauptsache die drei vorher besprochenen Kerne, die obere Olive, der Trapezkern und der ventrale Kern der lateralen Schleife teils auf der gleichen Seite, teils auf der gekreuzten in Frage.

Hier taucht zum ersten Mal das Problem des gekreuzten oder ungekreuzten Verlaufs der zentralen Cochlearisfasern auf.

Nach Ziehen verlaufen die sekundären Bahnen aus dem Ventralkern hauptsächlich zur gegenseitigen oberen Olive. Ist diese Ansicht richtig?

Nach Oseretzkowsky und Marburg (zit. bei Marburg) ist ein solcher Verlauf durchaus wahrscheinlich. Im Gegensatz zu Kölliker, der nur Kollateralen zur oberen Olive annimmt, ist Marburg auf Grund von Untersuchungen an einem 42 cm langen menschlichen Foet der Ansicht, daß es sich mindestens zum Teil um echte Trapezfasern handelt.

Nach Held, Cajal und der Mehrzahl der anderen Autoren (zit. bei Marburg) gelangt ein, wenn auch kleiner Teil von Fasern aus dem ventralen Trapezbündel in die gleichseitige obere Olive. Van Gehuchten lehnt einen solchen Verlauf ab.

Es folgen jetzt Einzelheiten über die Endigungen von Fasern aus dem Ventralkern.

a) in den oberen Oliven:

Nach Ziehen endet nur ein kleiner Teil von Fasern des Tractus trapezoidalis ventralis in der gleichseitigen oberen Olive (Weigertfärbung). Die meisten Fasern sollen ventral, in geringer Zahl auch

dorsal an der gleichseitigen oberen Olive vorbeiziehen. Die Golgimethode gebe hier keine Auskunft.

Nach Cajal (zit. bei Ziehen) ziehen zu den beiden oberen Oliven nur Kollateralen, wobei der gleichseitige Verlauf überwiege. Einer ähnlichen Ansicht ist Held.

Nach Marburg enden sowohl in der gleichseitigen als in der kontralateralen oberen Olive Fasern des Tractus trapezoidalis (wahrscheinlich!). Sicher werden aber von diesen zu den Kernen der oberen Olive sehr viele Kollateralen abgegeben.

Nach Cramer (zit. bei Ziehen) sind die Verbindungen zur gleichseitigen oberen Olive am deutlichsten in den mittleren und oberen Querschnitten ausgeprägt.

Fuse findet an Hand von experimentellen Untersuchungen bei lineal-vertikaler Durchschneidung des Trapezkörpers in und neben der Raphe, daß die ventrale Trapezbahn die Hauptfasermasse zwischen Ventralkern und gleichseitiger oberer Olive ausmacht. Nur ein kleiner Teil überschreitet die Raphe und endet im gekreuzten Trapezkern, im gekreuzten oberen Olivenkomplex und zum Teil im ventralen Kern der lateralen Schleife.

Nach Bumm (zit. bei Yamamoto) bedingt die Laesion des Ganglion ventrale: eine stärkere Atrophie der Hauptolive auf der Herdseite und eine etwas stärkere Atrophie der oberen Nebenolive auf der gleichen Seite, aber keine so starke wie in der oberen Hauptolive. Wieweit hierbei der Ventralkern isoliert geschädigt ist, und in welchem Maße sich dabei das ventrale Trapezbündel an der Atrophie beteiligt, ist hieraus nicht zu entnehmen.

Yamamoto findet beim Menschen bei einem Hirnbasistumor (Pal-Carmin-methode), bei dem außer dem Ramus Cochlearis auch das Ganglion ventrale zerstört war, sekundäre Degenerationen vor allem im ganzen gleichseitigen oberen Olivenkomplex, auf der Gegenseite in der ventro-medialen Partie der oberen Nebenolive, der dorsalen, dorsomedialen und medialen Nebenzellgruppe der letzteren, dem Trapezkern, dem Nucleus praeolivaris internus und dem ventralen Kern der lateralen Schleife. Dagegen keine Verbindung mit der dorsalen Nebenzellgruppe der oberen Olive, dem Nucleus praeolivaris externus und dem hinteren Zweihügel der Gegenseite. Spärliche Fasern zur oberen Hauptolive und zur ventro-lateralen Partie der oberen Olive der Gegenseite. (Außerdem scheinen Fasern aus dem Ganglion ventrale unter Benützung der ventralsten Bündellage des Trapezkörpers zu den beiderseitigen Ponspyramiden, besonders aber zur gleichseitigen zu streben.)

Zu einem etwas anderen Ergebnis kommt Nagino, ebenfalls an Hand pathologisch-anatomischer Befunde bei zwei primären Acusticustumoren. Nach ihm begeben sich die Trapezfasern aus dem Ganglion ventrale zum großen Teil zur gleichseitigen oberen Nebenolive und endigen dort. Ein kleiner Teil begibt sich über die Raphe

und endigt in der oberen Hauptolive und den Nuclei praeolivaris und im caudalen Teil der lateralen Schleife (Fall 1 und 2). Obwohl in beiden Fällen das Tuberculum acusticum auch degeneriert war, fällt auf, daß die Strecke Ventralkern — gleichseitige obere Olive stärker atrophisch war als die Strecke obere Olive — Raphe. Das hat nach Nagino seinen Grund, daß auf dieser Strecke Fasern der gekreuzten Seite hinzukommen.

Die beiden letzteren Ansichten sind sehr interessant, weil sie direkt von Untersuchungen an Menschen abgeleitet sind. Allerdings sind dabei die sekundären Bahnen aus dem Ventralkern und aus dem Tuberculum acusticum nicht sicher abzutrennen, vor allem im Hinblick auf ihre Endigung auf der Gegenseite. Daß aber beim Menschen größere Fasermassen aus dem Ventralkern in der gleichseitigen oberen Olive endigen, dürfte damit sichergestellt sein.

Nach Untersuchungen von Poljak an Säugetieren, der einen vorderen und hinteren Abschnitt im Ventralkern unterscheidet, ziehen die Fasern aus dem vorderen Teil zur gleichseitigen oberen Olive, die aus dem caudalen (hinteren) Teil (vorwiegend gekreuzte Fasern) zur gleichseitigen und gekreuzten oberen Olive, dem gekreuzten Trapezkern, und als lateraler Bestandteil der lateralen Schleife zu den hinteren Vierhügeln.

Myelinisatorisch ist Ogawa der Ansicht, daß die Verbindungen zwischen Ventralkern und der oberen Olive vorwiegend ungekreuzt ist. (Er unterscheidet zwei Systeme der Trapezfaserung: das eine früher myelinisierte, eine Fortsetzung der Maculafasern, zieht größtenteils zur gekreuzten oberen Olive und Trapezkern; das später myelinisierte aus dem Tuberculum acusticum und Ventralkern vorwiegend zur gleichseitigen oberen Olive.)

Kreidl beobachtete an Hunden nach Durchtrennung der Medulla oblongata, daß diese Tiere, die entweder nur über eine gekreuzte oder nur über eine ungekreuzte, gleichseitige Hörbahn verfügten, in ihrem Hörvermögen nicht gestört waren.

Auch dies kann zum Beweis beitragen, wenn man die vorherigen Ergebnisse hinzuzieht, daß sicherlich eine beträchtliche Zahl von Fasern ungekreuzt verlaufen und deshalb wohl auch zum Teil in der gleichseitigen oberen Olive endigen.

Die Ergebnisse obiger Untersuchungen sind: Aus dem Ventralkern gehen, auch beim Menschen, Fasern ab, die zu den beiden oberen Oliven ziehen und jedenfalls zum Teil dort endigen. Es ist sehr schwierig, sich auf einen quantitativen Unterschied festzulegen, da es gerade beim Menschen immer noch an eindeutig beweisenden Degenerationen

fehlt, und außer dem Ventralkern immer das Tuberculum acusticum mit betroffen war.

Die aus dem Ventralkern entspringenden dorsalen Fasern enden nach den meisten Forschern ebenfalls in den beiden oberen Oliven. Meist sind sie bei der Besprechung der aus dem Tuberculum acusticum stammenden Fasern mitbehandelt. Wie vorher schon erwähnt, gelangen diese Fasern durch den spinalen Trigeminus und ziehen gegen die gleichseitige und gekreuzte obere Olive, um dort zu endigen (nach Marburg). Eine ähnliche Angabe steht bei Köllicker. Eine genauere Besprechung soll erst bei den aus dem Tuberculum acusticum stammenden Fasern, mit denen sie zum Teil zusammenverlaufen, erfolgen.

b) im gekreuzten und gleichseitigen Trapezkern:

Nach Ziehen sieht man auf Golgi-präparaten nicht selten Fasern, die aus dem Wurzelgebiet des Cochlearis stammen und im gleichseitigen Trapezkern zu endigen scheinen. Damit würde der Trapezkern ein Endkern des Cochlearis sein; oder aber es handelt sich um Fasern, die aus dem Ventralkern stammen, also um eine sekundäre Cochlearisbahn. Held nimmt nach Ziehen beides an. Cajal ist der ersten Ansicht, weil die Endbäume der Cochlearisfasern im Ventralkern denen im Trapezkern sehr ähnlich sein sollen (zit. bei Ziehen).

Da die Trapezkerne mitten in der Trapezfaserung liegen, muß man annehmen, daß sich Fasern zu ihnen abzweigen, sei es, daß es sich um Stammfasern oder nur um Kollateralen handelt. Nach Fuse, Yamamoto kommen solche beim Menschen vor, vor allem zum gekreuzten Trapezkern. Nach Poljak ziehen Fasern aus dem caudalen Teil des Ventralkerns zum gekreuzten Trapezkern. Nach Fuse sollen alle Fasern aus dem Ventralkern, sowohl zum lateralen Abschnitt des gleichseitigen, als auch zum medialen Abschnitt des gekreuzten Trapezkerns führen.

c) in den gekreuzten und gleichseitigen ventralen Kern der lateralen Schleife:

Die verschiedensten Forscher nehmen einen solchen Verlauf an. Zum Teil sind ihre Angaben darüber schon vorher erwähnt. Cajal (zit. bei Ziehen) nimmt sogar an, daß weitaus die meisten Fasern

aus dem Ventralkern direkt in die laterale Schleife gelangen und unterwegs nur Kollateralen, und zwar vor allem auf der gleichen Seite, zu der oberen Olive und den ihr benachbarten Kernen abgeben. Einer ähnlichen Ansicht ist Marburg. Nach ihm enden die ventralen Trapezbündel, auch wenn sie nur Kollateralen zur oberen Olive abgeben, doch sicher in den der oberen Olive nahestehenden Kernen der lateralen Schleife. Wäre das der Fall — also bestände keine Beziehung dieser Fasern zu den oberen Oliven — so müßte man nach Durchtrennung der lateralen Schleife eine Atrophie im Ventralkern feststellen können. Fuse hat ein solches Experiment am Kaninchen durchgeführt, fand aber nur eine Atrophie im gegenseitigen Tuberculum acusticum. Ergebnisse am Menschen auf Grund pathologisch-anatomischer Befunde sind hier aus den früher schon erwähnten Gründen einer unmöglichen isolierten Zerstörung des Ventralkerns kaum zu verwerten. Zudem handelt es sich fast immer um sehr alte Prozesse, bei denen die Degenerationen schon auf weitere Neurone übergegriffen haben. Nach Ferrier und Turner überwiegt bei Affen, wie Ziehen zitiert, die gekreuzte über die gleichseitige Verlaufsweise (s. auch Yamamoto und Fuse).

Zum Schluß sei noch auf Winkler's abweichende Angaben verwiesen (s. Ziehen, Pollak, Kreidl).

Winkler unterscheidet zwei Fasersysteme, die vom Ventralkern und vom Tuberculum acusticum ausgehen. Er bezeichnet sie als Tractus octavo-mesencephalicus:

1. Direkte ventro-laterale Bahn — Trapezkern, obere Olive und Kerne der lateralen Schleife, nur ein kleiner Teil gelangt ununterbrochen in den hinteren Vierhügel.
2. Dorsale Bahn (Tractus octavo-mesencephalicus dorso-medialis) = Held'sche Bahn: ununterbrochen bis zum hinteren Vierhügel. Letztere verläuft vorwiegend gekreuzt.

Beide sollen in der lateralen Schleife getrennt verlaufen, wobei die dorsale Bahn der eigentlichen Hörfunktion diene; die ventrale dagegen mit ihrer Beziehung zum oberen Olivenkomplex zur Vermittlung komplizierter Reflexe. Einer ähnlichen Auffassung ist auch Nagino.

Kreidl macht dagegen den Einwand, daß nach Ausschaltung dieses dorsalen Systems — nach dorsaler Durchtrennung der Medulla oblongata in der Mittellinie —, obwohl es nach Winkler's Angaben vorwiegend gekreuzt verlaufen soll, bei Hunden keine Beeinträchtigung des Hörvermögens festzustellen ist. Daraus gehe allerdings nicht hervor, ob auch im ventralen Teil Hörfasern verlaufen,

sondern nur, daß auch ungekreuzte Hörbahnen für das Hören eine Rolle spielen.

Immerhin ist auch Winkler der Ansicht, daß gerade die ventrolaterale Bahn zu allen drei sekundären Endkernen in Beziehung tritt und dort größtenteils endet.

Immer wieder taucht die Ansicht auf, daß auch sekundäre Cochlearisbahnen über den ventralen Schleifenkern hinausziehen und entweder im dorsalen Schleifenkern, vor allem aber im hinteren Vierhügel, oder sogar im Corpus geniculatum mediale und der Hörrinde endigen sollen. Wenn solche Fasern aus dem Ventralkern überhaupt vorkommen (Cajal, Held, Winkler, van Gehuchten u. a.), so sind sie sicher nur dürftig vorhanden. Nach van Gehuchten soll die ventrale Bahn im dorsalen Schleifenkern enden. Nach Monakow's Ansicht ziehen sekundäre Akusticusdegenerationen mit Ausnahme der Striae Monakowii nicht über die laterale Schleife hinaus. Bei allen Angaben ist fast immer das Tuberculum acusticum mitbeteiligt, und demnach eine scharfe Trennung unmöglich. Nach Marburg soll auch beim Menschen auf Grund pathologisch-anatomischer Befunde eine Degeneration bis zum hinteren Vierhügel vorkommen.

Sekundäre Cochlearisfasern zu den Augenmuskelkernen und zum Facialis:

Nach Cajal (zit. bei Ziehen) kommen, an Hand von Golgipräparaten beweisbar Kollateralen aus den Trapezfasern zu den Kernen des Facialis und den übrigen motorischen Hirnnerven der Medulla oblongata vor. Ziehen gibt an, daß er selbst keine einwandfreien Bilder sah. Hogg machte folgenden Versuch: Erwachsenen Albinoratten wurde ein Facialis herausgerissen. Dabei zeigten sich degenerative Prozesse (Marchi-methode) am homolateralen Facialis, am Corpus trapezius und an beiden Gehörnerven. Dieser Befund spricht also für eine solche Verbindung. Ob allerdings bei dieser Methode größere Verletzungen mitgesetzt wurden, ist nicht angegeben.

Fasern zu den beiderseitigen Ponspyramiden:

Sie werden von Yamamoto angegeben, und scheinen unter Benützung der ventralsten Bündellage des Trapezkörpers zur gleichseitigen, zum Teil auch zur gegenseitigen Ponspyramide zu ziehen.

Fasern zu den Vestibulariskernen und zum Kleinhirn: werden von Cramer angegeben, von Ziehen aber mit der Begründung abgelehnt, daß es sich hier um verlagerte Vestibularisfasern handeln müsse.

Fasern zum Abducenskern:

Pollak zitiert Held und Kaida, nach denen es eine sekundäre Cochlearisbahn zum Abducenskern gebe, die im Tractus trapezoidalis dorsalis und intermedius verlaufen soll. Ziehen verneint diese Tatsache. Klinische Erfahrungen sollen dafür sprechen (Auro-palpebraler Reflex).

Die gefundenen Verbindungen der sekundären Cochlearisbahnen aus dem Ventralkern zeigen also, daß zu allen drei Endkernen Verbindungen bestehen, sowohl auf der gleichen als auch auf der gekreuzten Seite, wobei die zur gekreuzten Seite wahrscheinlich überwiegen.

B) Sekundäre Bahnen aus dem Tuberculum acusticum:

Verfolgt man die Fasern aus dem Tuberculum acusticum, so verlaufen sie nach Ziehen und anderen Forschern teils medial, teils ventral- oder ventromedialwärts. Am besten ist es hier Ziehen zu folgen, der eine dorsale und eine ventrale Bahn aus dem Tuberculum acusticum unterscheidet. Die in der ventralen Bahn befindlichen Fasern schließen sich dem Tractus trapezoidalis dorsalis und vielleicht auch intermedius (Ziehen) aus dem Ventralkern an und bilden mit diesem zusammen gemeinsam verlaufende Faserbündel (nur die Fasern aus dem Ventralkern, die dorsal verlaufen, sind die eigentlichen Held'schen Bündel). Diese sind beim Menschen sehr dürftig entwickelt und bilden nach Kölliker keinen kompakten Strang, sondern nur vereinzelte dünne Faserbündelchen. Kölliker bezeichnet sie als dorsales Trapezbündel. Sie gelangen nach Marburg (vergl. auch Ziehen, Kölliker) durch den spinalen Trigeminus oder aber durch den Deiters'schen Kern in die Haube und ziehen gegen die gleichseitige und kontralaterale obere Olive, um größtenteils in ihr zu endigen. Die Frage, ob die dorsalen Fasern nach Ueberschreiten der Raphe abwärtssteigen und die ventralen sich umgekehrt verhalten, ist vorher erörtert worden. Nach Ziehen

bilden jene Fasern aus dem Tuberculum acusticum die dorsalste Schicht des Trapezkörpers.

Den größeren Teil, der aus dem Tuberculum acusticum entspringenden Fasern bildet der von Ziehen benannte Tractus strialis oder Tractus acustico-strialis, um ihn gegen die anderen Striae medullares abzugrenzen. Diese Fasern werden sonst als Striae acusticae Monakowii bezeichnet. Es sind dies Fasern, die sich zuerst medialwärts wenden, nach Ziehen beim Menschen eine kürzere oder längere Strecke auf dem Boden der Rautengrube sichtbar sind, und erst dann in die Tiefe verlaufen. Nach Monakow (zit. bei Marburg) werden sie vom Abducenskern abgelenkt, treten ventral von diesem an in die Raphe, kreuzen hier und begeben sich parallel zu den Wurzelfasern des Facialis von dorsal an die obere Olive und bilden deren dorsales Mark. Diese Fasern sollen nach Monakow aus den großen Zellen des Tuberculum acusticum stammen und in der Hauptsache in die laterale Schleife übergehen. Nach Marburg, der sich dieser Verlaufsweise anschließt, und Fuse (zit. bei Marburg) sollen auch homolaterale Fasern vorkommen, die jedoch schwer von den dorsalen Bündeln der Held'schen Striae zu trennen sind. Der die Raphe überschreitende Teil liegt nach Ziehen hart dorsal vom Trapezkörper, ohne mit ihm so zu verschmelzen wie die trapezoidalen Fasern.

Wie verhält es sich nun mit den auf der Oberfläche der Rautengrube sichtbaren Striae medullares (nach Ziehen besser als acustiae, weil der letzte Name leicht zu Verwechslungen führt)? Nach Fuse (zit. bei Ziehen) handelt es sich um Kleinhirnbahnen, weil nach Herden in der lateralen Schleife eine sekundäre Degeneration in den Striae ausbleibt, dagegen nach Herden im Kleinhirnmark eine solche vorhanden ist. Ziehen widerlegt diesen Einwand mit der Begründung, daß die aus dem Tuberculum acusticum stammenden Fasern in diesem Fall nicht von ihren Ursprungszellen getrennt werden, also keine sekundäre Degeneration eintreten kann. Er gibt aber zu, daß sicher ein Teil der Striae medullares im Kleinhirn entspringt. Nach Marburg treten sie wahrscheinlich mit dem Corpus ponto-bulbare in Verbindung. Nach Mingazzini haben die oberflächlichsten in der Rautengrube sichtbaren Striae medullares mit der zentralen akustischen Bahn nichts zu tun und er führt als Beweis folgenden Fall an, der von Gianni untersucht wurde.

Es handelt sich dabei um zwei, die linken Striae medullares quetschende Tuberkel. Der Befund ist folgender: Die meisten Striae acusticae superficiales kreuzen die Raphe, und zwar kann die Kreuzung an sämtlichen Stellen stattfinden. Sie treten wahrscheinlich als Striae peripyramidales zu den Nuclei pontis bzw. zur Pyramide der Gegenseite.

Immerhin ist Ziehen der Ansicht, daß der Teil von Fasern, der aus dem Tuberculum acusticum entspringt und vielleicht (wie früher erwähnt) durch Wurzelfasern des Cochlearis verstärkt, sich nach streckenweisem Verlauf auf dem Boden der Rautengrube in die Tiefe wendet, zur Hörbahn in enger Beziehung steht. Auffallend ist die beim Menschen so starke individuelle Verschiedenheit im Auftreten solcher oberflächlich sichtbaren Striae medullares.

Mit welchen Kernen treten nun die aus dem Tuberculum acusticum entspringenden Fasern, verstärkt durch die dorsalen Fasern aus dem Ventralkern, in Verbindung?

a) Gleichseitige und gekreuzte obere Olive:

Bei Ziehen findet man die Angabe, daß nach den meisten zuverlässigen Untersuchungen beide Systeme, sowohl trapezoidales als auch striäres, zum kleineren Teil in der gleichseitigen, zum größeren in der gekreuzten oberen Olive enden. Ein kleiner Teil der trapezoidalen, und ein größerer der striären Fasern soll dabei direkt in die laterale Schleife gelangen.

Trapezoidaler Weg:

Nach Fuse enden die Held'schen Fasern zum Teil in den beiden oberen Oliven, zum Teil gehen sie durch das dorsale Mark in die mediale Abteilung der lateralen Schleife über. Nach Held (zit. bei Ziehen) werden zur gleichseitigen oberen Olive nur Kollateralen abgegeben. Nach Lewy (zit. bei Pollak) und Cajal überwiegt der gekreuzte Verlauf. Kölliker findet keinen Unterschied zwischen gekreuzter und ungekreuzter Seite.

Strialer Weg:

Nach Monakow (zit. bei Ziehen) ist es fraglich, ob überhaupt Fasern zur gleichseitigen oberen Olive gelangen; nicht einmal eine Unterbrechung finde in der gegenseitigen oberen Olive statt. Zwar treten die Fasern in das dorsale Mark der gekreuzten oberen Olive ein, gelangen aber größtenteils ununterbrochen in die laterale

Schleife. Nach Fuse findet beim Menschen eine partielle Kreuzung statt, und zwar gehen die Fasern durch das dorsale Mark der oberen Oliven in die mediale Abteilung der lateralen Schleife über. Anton nimmt ebenfalls eine Verbindung zu beiden oberen Oliven an. Interessant ist die Mitteilung Marburg's, daß er an älteren menschlichen Embryonen Fasern beobachtet habe, die direkt an die bandartige Zellmasse der oberen Oliven eindringen, wenn sie dort nicht enden sollten, sicher Kollateralen zur oberen Olive abgeben, ehe sie in den Trapezkörper umbiegen. Bei Marburg findet sich auch eine nähere Angabe darüber, daß das dorsale System noch Wurzelfasern enthält. Lewandowsky, im Gegensatz zu Monakow und Tricomi-Allegra, verneint es. Nach Nagino (pathologisch-anatomische Befunde am Menschen) soll der größere Teil der striären Fasern zum gleichseitigen dorsalen Mark der oberen Olive ziehen und dann die mediale Abteilung der lateralen Schleife bilden (eine ähnliche Angabe macht Fuse). Er führt als Beweis zwei Fälle (XII und XV) an, von denen der erste kurz angeführt sein soll.

Durch einen Tumor waren die linken Hörstrahlen größtenteils primär zerstört. Nagino fand eine Atrophie im Corpus geniculatum mediale, linke mediale Abteilung der lateralen Schleife, linkes dorsales Mark der oberen Olive, Striae und Tuberculum acusticum links, alles auf der geichen Seite. Trapezkörper und Ventrallkern gut erhalten.

Kölliker ist der Ansicht, daß der kleinere Teil der striären Fasern zur gleichseitigen oberen Olive zieht, der größere direkt zur lateralen Schleife der Gegenseite, unter Abgabe von Kollateralen an die gekreuzte obere Olive. Winkler gibt an (zit. bei Kreidl), daß das dorsale System vorwiegend ein gekreuztes sei, dabei zu der oberen Olive in Beziehung trete. Untersuchungen von Kaida (bei Pollak) ergeben keine striäre Faserung zu den oberen Oliven.

Ueber den Verlauf der dorsalen Fasern aus dem Tuberculum acusticum finden sich wieder die verschiedenartigsten Angaben. Man ist aber geneigt, ein leichtes Ueberwiegen der gekreuzten Bahnen — zumindesten ein partielles Verhalten — für den striären Weg anzunehmen.

b) gleichseitiger und gekreuzter Trapezkern:

Ziehen nimmt die Möglichkeit einer solchen Verbindung vor allem für die trapezoidalen Fasern an; irgendwelche beweisende

Befunde sollen fehlen. Er zitiert Winkler, der bei Hund und Katze Fasern fand, die sehr dick sind und im gekreuzten Nucleus trapezoidalis medialis enden. Bei Pollak findet man nur die Angabe einer Verbindung zum gleichseitigen und gekreuzten Trapezkern ohne nähere Einzelheiten.

c) Gleichseitige und gekreuzte laterale Schleife:

Eine solche Verbindung wird gerade für die vom Tuberculum acusticum entspringenden Fasern von den meisten Forschern angenommen. Teilweise ist sie schon vorher bei den Beziehungen zur oberen Olive miterwähnt worden (Marburg, Ziehen, Fuse, Held, Kölliker, Poljak, Kaida, Nagino, Monakow usw.). Winkler und Lewy (zit. bei Ziehen) finden nach Zerstörung des Tuberculum acusticum bei erwachsenen Tieren eine Marchi-degeneration bis in die gekreuzte laterale Schleife. Kaida hat sogar solche bis in den hinteren Vierhügel verfolgt. Sogar einige Golgi-befunde sollen nach Ziehen bei Cajal als beweisend zu finden sein. Ziehen ist nun der Ansicht, daß viele striäre und vielleicht auch manche trapezoidale, aus dem Tuberculum acusticum stammende Fasern ohne Unterbrechung in einer oberen Olive oder einem Trapezkern in die laterale Schleife gelangen, dabei entweder in einem ihrer Kerne enden oder zum Vierhügelgebiet ziehen. Nach Monakow sollen Striaefasern direkt bis ins Corpus geniculatum mediale ziehen und so die längste direkte akustische Bahn bilden (zit. bei Nagino). Fuse fand bei caudaler Durchtrennung der lateralen Schleife eine Atrophie bis ins gekreuzte Tuberculum acusticum.

Vielfach wird nur von einer direkten Verbindung zur gekreuzten lateralen Schleife gesprochen. Sicherlich besteht beim Menschen nach den Angaben von Fuse und Nagino eine solche auch auf der ungekreuzten Seite. Leider fehlen hier einwandfrei beweisende Präparate.

Verbindungen zu anderen Kernen bestehen, wenn überhaupt solche vorkommen, nur aus Kollateralen.

Ueberlegt man sich jetzt die Frage, ob sowohl die ventrale als auch die dorsale Bahn für die Hörfunktion Bedeutung haben, so ist in dem anatomischen Verhalten der Bahnen zusammen mit den Versuchen Kreidl's kein Anhaltspunkt zu finden, nach dem etwa die ventrale Bahn für die Hörfunk-

tion ausgeschaltet werden könnte. Auffallend ist das eine, daß die dorsale striäre Faserung beim Menschen sehr stark entwickelt ist und sie weniger als die anderen Bahnen zum oberen Olivenkomplex in Beziehung tritt.

6. Tertiäre Cochlearisbahnen.

A) Aus der oberen Olive:

Wie vorher ausgeführt wurde, führen sowohl von der ventralen als auch von der dorsalen Bahn Fasern zur gleichseitigen und gekreuzten oberen Olive. Wie verlaufen nun diese Fasern weiter?

Der Verlauf derjenigen Fasern, die direkt in die laterale Schleife übergehen, konnte deutlich klargelegt werden. Nach Marburg erfolgt eine Richtungsänderung dieser Fasern, nachdem die Striae Monakowii das dorsale Mark der oberen Olive gebildet haben. Sie biegen zuerst querverlaufend in die Sagittale um und bilden Fasergruppen, die sich zwischen den Olivenkernen, hauptsächlich aber lateral von diesen zwischen den Fasern des Trapezkörpers mehr und mehr entwickeln. Dieses System der Fortsetzung der Cochlearisbahnen wird als laterale Schleife bezeichnet. Außerdem gehen aus Axonen der Olivenzellen Fasern hervor, die sich den vorher beschriebenen Fortsetzungen der Striae Monakowii anschließen. Leider ist es nach Ziehen nicht sicher, ob diese Fasern aus den Zellen der oberen Olive sich medial oder lateral den Fasern des Trapezkörpers anschließen. Seiner Meinung nach kommen wahrscheinlich beide Verlaufsweisen vor. Sieht man die Fachliteratur darauf hin durch, so entscheiden sich die meisten Forscher für einen überwiegend lateralen Verlauf.

Ziehen behandelt dieses Thema an Hand von zwei, an Tieren durchgeführten Operationen: 1. nach einer Durchtrennung des Trapezkörpers zwischen Ventralkern und gleichseitiger oberer Olive und 2. nach einer Durchschneidung des Trapezkörpers in der Mittellinie. Er stellt diesen beiden Operationen die beiden extremsten Ansichten gegenüber, daß a) alle aus dem Ventralkern und Tuberculum acusticum hervorgehenden Fasern schon in der gleichseitigen oberen Olive unterbrochen werden, alle aus der oberen Olive entspringenden Fasern medialwärts ziehen, die Mittellinie überschreiten und in die gekreuzte laterale Schleife gelangen, b) alle Fasern aus dem Ventral-

kern und dem Tuberculum acusticum zur gekreuzten oberen Olive, und alle aus der gekreuzten oberen Olive entspringenden Fasern lateralwärts in die zum Ventralkern gekreuzte laterale Schleife ziehen. Dies in den Einzelheiten auseinanderzusetzen, liegt nicht im Sinne dieser Arbeit (näheres bei Ziehen). Ziehen hat die von den verschiedensten Forschern ausgeführten Operationen und Ergebnisse, die seinen oben formulierten Forderungen entsprechen, kritisch untersucht und kommt zu folgendem Ergebnis: Die aus der oberen Olive entspringenden Fasern gelangen bei den meisten Säugern wahrscheinlich teils in die gleichseitige, teils in die gekreuzte laterale Schleife, wobei der gleichseitige Verlauf bei manchen Säugern doch wohl überwiegt.

Einige Ergänzungen seien immerhin gebracht, weil sie in Bezug auf den Menschen interessieren. Fasern, die aus der gleichseitigen oberen Olive stammen, bilden nach Nagino die mittlere Abteilung der lateralen Schleife (s. dort Fall 1, 3, 6, und 9, 11, 13, 14.). Der Fall 9 sei kurz angeführt, weil er dem von Fuse bei Kaninchen erhobenen Befund entspricht. Fuse gibt an, daß bei hoher Durchtrennung der lateralen Schleife eine Degeneration bis ins dorsale, mediale, teilweise auch laterale Mark der gleichseitigen oberen Olive, der lateralen Fasern des Trapezkörpers bis zum gleichseitigen Trapezkern zu verfolgen sei. Nagino findet bei einer Carcinommetastase im Corpus geniculatum mediale rückwärts eine starke Massenatrophie in der gleichseitigen oberen Hauptolive und eine starke sekundäre Degeneration der gleichseitigen oberen Nebenolive. Ergänzt man diese Tatsachen durch die Befund Kreidl's, so würde bei Tieren, die nur über eine ungekreuzte Hörbahn verfügen und keinen Unterschied im Hörvermögen gegenüber normalen Tieren zeigen, das indirekt beweisen, daß sicherlich ein großer Teil von Fasern sich von der oberen Olive nach lateral in die zugehörige laterale Schleife begibt. Ziehen wendet gegen die Befunde Kreidl's ein, die anatomischen Verhältnisse seien dieser Ansicht nicht günstig, weil dadurch die starke striäre und trapezoidale Kreuzung fast unverständlich würde. Nach Fuse, Yamamoto, Nagino kommt aber gerade beim Menschen ein nicht unwesentlicher ungekreuzter Verlauf vor, der an Hand anatomischer Befunde begründet wird.

Es ist daher als sicher anzusehen, daß beide Verlaufsweisen vorkommen:

a) Ein Teil der Fasern begibt sich nach medial,

b) der andere Teil nach lateral.

Der homolaterale Verlauf überwiegt. (Vergl. auch die jüngste zusammenfassende Darstellung Pollak's.)

B) Aus dem Trapezkern:

Nach Ziehen fehlen hier sichere Angaben, wahrscheinlich soll nur sein, daß die Fasern, die aus dem Trapezkern stammen, sich ähnlich verhalten wie die aus der oberen Olive. Er zitiert Cajal, der im Gegensatz zu seiner Ansicht den Trapezkern für ein Homologon des Ventralkerns hält. Sicher steht ein Teil des Trapezkerns mit der gleichseitigen lateralen Schleife in Verbindung (vergl. hier die Angabe Fuse's bei hoher Durchtrennung der lateralen Schleife; s. vorher). Ziehen zitiert noch Monakow, Winkler, Borowiecki, die ebenfalls eine solche Verbindung zur gleichseitigen lateralen Schleife annehmen. Nach Yamamoto sollen vom Trapezkern Fasern ausgehen, die sich teils medial-, teils lateralwärts wenden, zum Teil aber auch als basales Trapezetagenbündel in die Ponspyramide überzugehen scheinen.

C) Weitere Faserverbindungen der oberen Olive:

Diese sollen nur kurz erwähnt, aber nicht ausführlich behandelt werden.

Echte Kommissurenfasern, d. h. Verbindungen zwischen homologen Kernen — also hier zwischen den beiden oberen Oliven — sind nach Kölliker, Cajal und Ziehen wohl nicht vorhanden.

Wahrscheinlicher sind dagegen sogenannte konjunktivale Faserverbindungen zwischen den einzelnen Kernen des oberen Olivenkomplexes (Held, Kölliker, Fuse); vor allem eine Verbindung zwischen Trapezkern und oberer Olive.

Nach Elze (bei Braus) ziehen Fasern gleichseitig und gekreuzt zum hinteren Längsbündel (Lausch- und Schreckbewegungen).

Die sogenannten Stielfasern der oberen Olive sind nach Yamamoto:

1. Solche Fasern, die dem oberen Olivenkomplex entstammen und zur Formatio reticularis emporsteigen.
2. Fasern der Striae acusticae, welche vorübergehend im dorsalen Mark der oberen Olive verweilen.

Nach Pollak ist eine solche Beziehung der letzteren heute schwer aufrecht zu erhalten, da nach Zerstörung dieser Fasern die Stielfasern erhalten bleiben.

Außerdem bestehen aus der oberen Olive und dem Trapezkern zahlreiche Reflexverbindungen zum Facialiskern, zu den Kernen der Hals- und Nackenmuskelnerven, zur Formatio reticularis (Pollak, Ziehen). Nach Fuse ziehen die meisten Fasern zum Facialiskern. Es ist auch heute noch sehr unklar, ob Verbindungen zu den Augenmuskelkernen bestehen.

Man vergleiche auch die Schemen der Faserverbindungen der oberen Olive und des Trapezkerns nach Fuse (s. bei Nagino und Pollak).

Zum Faseraufbau des Trapezkörpers sind schematische Darstellungen bei Ziehen und Marburg zu finden.

7. Endkerne der tertiären und quartären Cochlearisbahnen.

Es steht noch gar nicht fest, ob das Cochlearsystem überhaupt quartäre Bahnen besitzt. Nimmt man aber den hinteren Vierhügel als eine Endstätte tertiärer Bahnen (u. a.), so wären die Fasern, die aus dem hinteren Vierhügel zum medialen Kniehöcker ziehen, tatsächlich quartäre Bahnen. Es sollen deshalb, ohne auf die Frage ob sekundär, tertiär, oder quartär Rücksicht zu nehmen, die noch als Endkerne solcher Bahnen in Frage kommenden Kerne, gemeinsam besprochen werden.

A) Kerne der lateralen Schleife:

Diese sind in ihrem Auftreten sehr variabel. Meist unterscheidet man einen dorsalen und einen ventralen lateralen Schleifenkern. Der ventrale Kern wurde bereits vorher als Endkern sekundärer Cochlearisbahnen besprochen, wobei es durchaus möglich ist, daß auch in ihm bereits tertiäre Bahnen enden. Weiter oral, wenn sich die laterale Schleife wieder auf ein engeres Areal zusammenzieht, treten im Gebiet des Mittelhirns die Zellen des dorsalen Schleifenkerns auf. Nach Ziehen stimmen diese Zellen im wesentlichen mit denen der beiden ventralen Kerne überein. Die größeren Elemente sollen überwiegen, die besonders der Nucleus latero-ventralis zeigt. Ciabatti, konnte im caudalen Teil des hinteren Vierhügels am Uebergang vom Mittelhirn zur Brücke bei 14 Säugetierspecies einen Nucleus dorsalis lemnisci lateralis nachweisen. Das konstante Auftreten spreche für seine funktionelle Wichtigkeit. Die

laterale Schleife hat also zwei getrennte Kerngebiete, deren ventrales hauptsächlich dem sekundären, das dorsale dagegen dem tertiären Cochlearsystem zuzurechnen ist.

Zwischen diesen Kernen begleitet die laterale Schleife ein System feiner Fasern, das nach Ziehen sehr wahrscheinlich zu jenen Faserzügen gehört, die das Mittelhirndach mit der Brücke verbinden. Ebenfalls hängen die in dieser Gegend die laterale Schleife begleitenden grauen Massen (Ziehen — Sagulum usw.) nach Ziehen und Marburg nicht mit den Schleifenkernen zusammen (Einzelheiten s. dort).

B) Der hintere Vierhügel:

Ein Teil der Fasern aus der lateralen Schleifen endet in diesem mächtigen Kern des Mittelhirns. Man findet in ihm (nach Marburg) Ganglienzellen von verschiedenster Form und Größe. Zellen, die zu den kleinsten des Zentralnervensystems gehören neben solchen, die eine beträchtliche Größe erreichen. Die kleinen Zellen sind rundlich, spindelförmig; sie wechseln mit solchen von mittlerer Größe, die häufig den Pyramidentypus zeigen, ab. Es sind aber auch polygonale Zellen vorhanden, die meist größer sind. Am Nissl-präparat ist das Tigroid nicht sehr grobschollig. Ihre Achsenzylinder, die auch viele Kollateralen abgeben, lassen sich meist in ein System hineinverfolgen, das sich lateral vom hinteren Vierhügel sammelt und als hinterer Vierhügelarm bezeichnet wird (Marburg). Nach Marburg fehlen bestimmte Angaben darüber, wo die Endigungen der kleinen Zellen liegen. Nach Cajal (zit. bei Marburg) befindet sich neben dem Hauptkern des hinteren Vierhügels noch eine Reihe von Zellen, die sich haubenartig dem Hauptkern aufsetzen. Cajal unterscheidet mediale Zellen und laterale. Beim Menschen sind sie im allgemeinen schlecht entwickelt. Nach Marburg treten die medialen noch deutlicher hervor als die lateralen. Diese Zellen lassen sich nur durch ihre Größe von denen des Hauptkerns unterscheiden (Marburg), hauptsächlich sind es kleinere oder mittlere Elemente. Außerdem kommen nach de Crinis auch im hinteren Vierhügel bipolare Zellen im Sinne der Cajal'schen akustischen Zelle vor, mit einer Höhe von 8—10 $\mu\mu$ C und einer Breite von 16—20 $\mu\mu$. Sie sind solchen im medialen Kniehöcker gelegenen Zellen sehr ähnlich und hinsichtlich ihrer Maße gleich.

Wie enden nun die Fasern der lateralen Schleife? Am besten folgen wir Marburg. In den vorher beschriebenen Zellen spittern sich die Fasern so auf, daß der Hauptkern von den endigenden Fasern umfaßt wird. So entsteht ein medialer und ein lateraler Markmantel (Lamina medullaris externa und interna nach Ziehen), von dem aus die Fasern fast horizontal in den Kern eindringen und ein dichtes Netz um die Zellen bilden. Meist soll eine Faser mehrere Zellen versorgen.

Marburg unterscheidet im Bereich des hinteren Vierhügels drei Fasersysteme. Zu dem eben besprochenen kommt als zweites die sogenannte Kommissur der hinteren Vierhügel. Sie liegt dorsal vom Hauptkern. Ihre Fasern kreuzen in der Mittellinie, wobei die dorsalsten Fasern sich nach der Kreuzung nach ventral begeben. Die Hauptmasse dieser gekreuzten Fasern legt sich lateral an den Hauptkern und bildet quergetroffene Bündel im hinteren Vierhügelarm. Diese Kreuzung enthält nach Marburg auch direkte Schleifenfasern für die dorsalen Teile des gekreuzten Vierhügels, die er glaubt an Weigert-präparaten einwandfrei feststellen zu können. Sicher sollen nach Marburg auch Fasern vorkommen, die aus Zellen des hinteren Vierhügels selbst stammen und nach der Kreuzung in der Mittellinie den gegenseitigen hinteren Vierhügelarm erreichen. Nach Mingazzini ist ein solches Faservorkommen ungewiß. Dagegen ist das Vorkommen echter Kommissurenfasern nach Marburg und Mingazzini wahrscheinlich. Die Kommissur stellt nach Mingazzini nur einen Teil einer aus grauer und weißer Substanz bestehenden Region dar, welche zwischen den dorso-medialen Polen der hinteren Vierhügel liegt.

Er unterscheidet in dieser Region mit Cajal und Ziehen:

1. eine oberflächliche, fibrilläre Schicht, bestehend aus schrägen, im Schnitt sehr kurzen Fasern (nach Ziehen Fasciculus marginalis corporis quadrigemini posterioris).
2. eine graue Schicht (Commissura corporis quadrigemini posterioris grisea), welche dorsal aus kleinen Spindelzellen und sternförmigen Zellen besteht.
3. eine Faserschicht von grauer Substanz (die eigentliche Schicht der Kommissurenfasern), deren äußere Schicht nach Cajal als lemniscale, die innere als akustische aufzufassen wäre.
4. eine Schicht zentraler grauer Substanz.

Nach Marburg hat Ziehen's Fasciculus marginalis quadrigemini posterioris wenig Beziehung zum hinteren Vierhügel.

Ein weiteres Fasersystem (Marburg, 3. Fasersystem) wird von Ziehen beschrieben. Dieses System liegt ganz oberflächlich unter der gliösen Rindenschicht und bedingt die weiße Farbe des Vierhügels. Es wird nach Ziehen mit Zona bezeichnet; nach Marburg besser Stratum zonale.

Außer diesen Fasersystemen treten Faserzüge aus der lateralen Schleife in Beziehung zum gekreuzten hinteren Vierhügel. Es handelt sich um Fasern, die durch den Bindearm medialwärts gelangen, nach Ziehen sogenannte Fibrae perforantes brachii conjunctivi. Sie sind von mehreren Forschern (Held, Kölliker, Probst, Valeton) beschrieben worden und enden nach Ohnishi und Papez im gekreuzten hinteren Vierhügel (Probst'sche Kommissur). Sie entspringen in den Kernen der lateralen Schleife. Papez konnte einen solchen Verlauf nach Degenerationsbefunden an Katzen einwandfrei nachweisen. Verletzungen der Cochleariskerne und der oberen Oliven rufen eine Degeneration der lateralen Schleife, nicht aber der zentralen Acusticusbahn und der Kommissurenfasern hervor. Sie entspringen dabei sicher in den dorsalen Schleifenkernen. Ob dabei noch echte Kommissurenfasern vorhanden sind, die die lateralen Schleifenkerne oder die hintersten Abschnitte der hinteren Vierhügel verbinden, ist nach Marburg ungewiß.

Nach Ziehen ist der Verlauf der Fibrae perforantes jenseits des Bindearmfelds, also nach dem Austritt in das mediale Randgrau des Bindearms, zweifelhaft. Er ist der Ansicht, daß ein Teil der Fasern in das zentrale Höhlengrau gelangt und dort endet. Nach Marburg sind Beziehungen zum hinteren Längsbündel und zum zentralen Bodengrau fraglich.

C) Medialer Kniehöcker:

Der Arm des hinteren Vierhügels ist die Verbindung zu dem letzten Kern, der sich vor dem Eintritt der zentralen Hörbahnen in die Hörrinde befindet, nämlich dem Corpus geniculatum mediale. Es tritt lateral vom vorderen Vierhügel in Erscheinung und stellt einen eirunden Körper dar. Man unterscheidet in ihm eine dorsale und eine ventrale Abteilung, die schon makroskopisch durch eine Eindellung getrennt sind. (Ohnishi unterscheidet beim Kaninchen sogar drei Abteilungen). In der dorsalen Abteilung sollen die Zellen nach Marburg wesentlich lockerer ge-

stellt sein als in der ventralen. Die den Randfasern anliegenden Zellen sind spindelförmig, die tiefer gelegenen mehr polygonal.

Im ventralen Abschnitt kann man ebenfalls eine dichtere Außenschicht von einer etwas weniger dichten Innenschicht unterscheiden. Die Zellen sind die gleichen wie die der dorsalen Abteilung, nur finden sich auch zahlreiche kleine Elemente.

Marburg erwähnt, daß gelegentlich eine Reihe accessorischer Kerne vorkommen. Teils umgeben sie das Corpus geniculatum mediale, teils kommen sie in diesem selbst vor; sie sind analog gebaut. Das deckt sich mit den neueren Angaben von Hornetz und Brugi über ein sogenanntes Ganglion intergeniculatum, bezw. Massa intergeniculata. Es ist eine Kernmasse, die sich zwischen den beiden Kniehöckern befindet, aber dem medialen Kniehöcker zuzurechnen ist.

Im Corpus geniculatum mediale enden nun die Fasern der zentralen Cochlearisbahnen, die entweder aus dem hinteren Vierhügel oder aus der lateralen Schleife kommen.

8. Tertiäre und quartäre Cochlearisbahnen.

(Fortsetzung zu den tertiären Cochlearisbahnen.)

Wie aber verlaufen schließlich die tertiären, bezw. quartären Cochlearisbahnen zu den vorher beschriebenen Kernen und in welchen enden sie?

Laterale Schleife:

Die Besprechung der tertiären Cochlearisbahnen wurde dort abgebrochen, wo diese entweder in die gleichseitige oder gekreuzte laterale Schleife eingetreten sind. Was nun die Lage dieser Fasern in der lateralen Schleife betrifft, so ist es nach Marburg, Fuse, Nagino wahrscheinlich, daß der striäre Anteil (Monakow'sche Striae) sich medial, der Trapezkörper, d. h. sein ventralster Abschnitt, sich lateral (nach Nagino in der mittleren Abteilung der lateralen Schleife) in der Schleife befindet.

Die laterale Schleife enthält nach Marburg die Fortsetzung der dorsalen Striae Monakowii, die Fortsetzung aus den oberen Olivenkernen, die Fortsetzung aus dem Trapezkörper und außerdem noch Fasern, die im ventralen Kern der lateralen Schleife entspringen. Letztere sind wohl die Fortsetzung der sekundären Cochlearisbahnen, die aus dem Ventralkern und dem Tuberculum acusticum

stammen, und ohne Unterbrechung in den oberen Oliven oder Trapezkernen direkt zum ventralen Kern der lateralen Schleife gelangen. Es ist natürlich durchaus möglich, daß sich Fasern, die aus der oberen Olive (hauptsächlich von der gekreuzten) stammen, bereits im ventralen Schleifenkern aufsplittern und dort enden. Man hätte also bereits vom ventralen Schleifenkern aus quartäre Cochlearisbahnen. Diese sollen nun im einzelnen nicht immer getrennt erwähnt werden.

Außerdem findet man in der lateralen Schleife — wie erst später ausgeführt werden soll — rückläufige Fasern, die entweder zum ventralen Schleifenkern oder zur oberen Olive ziehen.

Nagino unterscheidet in der lateralen Schleife eine größte mittlere Abteilung (Fortsetzung der Trapezfasern hauptsächlich aus der gleichseitigen oberen Olive), eine mediale Abteilung (hauptsächlich durch die Striae Monakowii gebildet) und eine laterale Abteilung, die durch die parieto-pontine Bahn gebildet wird und mit der Hörbahn nichts zu tun habe.

Marburg stellt deshalb die Forderung auf, daß nur die direkten Fortsetzungen der Cochlearisbahnen als laterale Schleife bezeichnet werden.

Fuse unterscheidet in der lateralen Schleife sogar 12 verschiedene Fasergattungen, die alle durch die Literatur bewiesen sind. (Vergl. das Schema von Fuse, s. bei Nagino.)

Besser ist es, sich an die von Marburg gestellte Forderung zu halten, und nur die zur Hörbahn gehörigen Fasern als laterale Schleife zu bezeichnen.

a/1. Endigung in den Kernen der lateralen Schleife:

Nach Winkler (zit. bei Ziehen enden die Fasern aus der oberen Olive wahrscheinlich im dorsalen Kern der lateralen Schleife (ventraler Schnitt in der Raphegegend bei der Katze — Degeneration bis in die Gegend der dorsalen Schleifenkerne). Daß Fasern aus der oberen Olive bereits wieder im ventralen Schleifenkern enden, ist höchstens für die aus der gegenseitigen oberen Olive wahrscheinlich. Papez findet bei Zerstörung der Cochleariskerne und der beiden oberen Oliven eine Degeneration bis in die hinteren Vierhügel. Nach van Gehuchten sollen die Striae Monakowii direkt in das Vierhügelgebiet gelangen, die anderen Fasern (vorwiegend gekreuzt) im Dorsalen Kern der lateralen Schleife unterbrochen werden.

Es steht also fest, daß der größere Teil der Fasern der lateralen Schleife in ihrem dorsalen Kern unterbrochen wird.

a/2. Von den Kernen der lateralen Schleife entspringende Fasern:

Die aus dem Ventralkern und dem Tuberculum acusticum entspringenden sekundären Bahnen, die ununterbrochen bis in den ventralen Schleifenkern führen, werden hier umgeschaltet und ziehen durch die laterale Schleife zum hinteren Vierhügel oder direkt zum medialen Kniehöcker.

Nimmt man noch die aus den oberen Oliven und Trapezkernen in den ventralen oder dorsalen Kernen der lateralen Schleife umgeschalteten Bahnen hinzu, so kann man sagen, daß sich die aus den Schleifenkernen entspringenden Bahnen wesentlich am Aufbau der lateralen Schleife beteiligen.

Aus dem dorsalen Kern der lateralen Schleife entspringen noch Dekussationen (oder vielleicht auch echte Kommissuren), die im gegenseitigen hinteren Vierhügel enden (Papez, Lewandowsky u. a., s. auch vorher). Pollak macht andere Angaben. Nach Spitzer, Karplus, Winkler, Lewy soll es sich bei dieser Dekussation um direkte dorsale Hörfasern handeln, die sich höher oben ventral vom hinteren Längsbündel kreuzen und zum kontralateralen hinteren Vierhügel ziehen. Diese Kreuzung heißt nach Spitzer-Karplus, dorsale Kreuzung der lateralen Schleife. Dies sollen Fasern sein, die sich erst oberhalb des Trapezkörpersystems zum ersten Mal auf die kontralaterale Seite begeben.

Nach Elze (bei Braus) ziehen auch Fasern aus den Kernen der lateralen Schleife gleichseitig und gekreuzt zum hinteren Längsbündel.

b/1. Endigung im hinteren Vierhügel:

Die in der lateralen Schleife aufsteigenden Fasern enden zum Teil in dem hinteren Vierhügel, zum Teil im medialen Kniehöcker. Welche Fasern gelangen zum hinteren Vierhügel, und welche zum medialen Kniehöcker? Diese Frage ist durchaus nicht so einfach zu beantworten. Bei rückläufigen Degenerationen bezw. Atrophien ausgehend vom medialen Kniehöcker, findet man keine wesentliche Beteiligung des hinteren Vierhügels (Nagino), dagegen zeigen sich stärkere

degenerative Veränderungen bei aufsteigenden Degenerationen (Nagino u. a.).

Nach Mingazzini endet ein Teil der Fasern aus der oberen Olive im (gleichseitigen) hinteren Vierhügel. Bei Papez und Poljak findet man gleiche Angaben. Nach Ohnishi entspringen diese Fasern des lateralen Abschnitt der oberen Olive. Nach demselben Forscher ziehen auch Fasern aus den Kernen der lateralen Schleife zum gleichseitigen, zum Teil auch zum gekreuzten hinteren Vierhügel (dorsale Schleifenkreuzung s. vorher). Nach van Gehuchten sollen die Striae acusticae Monakowii direkt, ohne Unterbrechung in der lateralen Schleife, in den hinteren Vierhügel gelangen. Nach Tschermak endigen alle Fasern der lateralen Schleife teilweise im hinteren Vierhügel, teilweise im lateralen Schleifenkern (zit. bei Marburg). Nach Nagino endet die mittlere Abteilung der lateralen Schleife zum größten Teil im hinteren Vierhügel.

Faßt man obige Angaben zusammen, so zieht ein größerer Teil von Schleifenfasern in den hinteren Vierhügel. Der Ursprung dieser Fasern ist nicht eindeutig klarzulegen, da die Angaben der einzelnen Autoren viel zu abweichend von einander sind. Das ist dadurch erklärlich, daß es an beweisenden Degenerationsbefunden fehlt, weil es nicht möglich ist, einzelne Kerne, wie Ventralkern und obere Olive, isoliert zu zerstören und so ihre Beziehungen zum hinteren Vierhügel klarzustellen. Auch eine Durchtrennung der lateralen Schleife führt zu keinem Ergebnis, da sie ja nicht nur Bahnen zum hinteren Vierhügel enthält; andrerseits eine Degeneration im oberen Olivenkomplex nicht erwartet werden kann, weil dabei die Fasern nicht von ihrem Ursprungskern getrennt werden. Wahrscheinlich bleibt jedoch eine engere Beziehung zwischen oberer Olive und hinterem Vierhügel, wenn man beide Kerne (mindestens zum Teil) als Reflexzentren auffaßt.

b/2. Vom hinteren Vierhügel entspringende Fasern:

Die wichtigsten Fasern ziehen aus dem hinteren Vierhügel durch den hinteren Vierhügelarm zum medialen Kniehöcker. Es fragt sich nur, ob tatsächlich eine größere Anzahl Fasern zum medialen Kniehöcker zieht. Ohnishi nimmt eine solche Verbindung an, während Yoshida auf Grund sekundärer Degeneration nach Zerstörung des Temporallappens bei Kaninchen, wobei der dorsale Teil des

medialen Kniehöckers degeneriert war, der hintere aber intakt blieb, eine solche ablehnt. Das ist auch gar nicht möglich, da ja die Fasern zum medialen Kniehöcker nicht von ihren Ursprungszellen getrennt werden. Allerdings ist auch nach Nagino der Zusammenhang mit dem medialen Kniehöcker kein wesentlicher, wie er an Hand zweier Fälle beweist, bei denen der mediale Kniehöcker entweder durch Tumor stark degeneriert oder zerstört war. Hierbei handelt es sich um ältere Prozesse. Man müßte also eine Atrophie der vom hinteren Vierhügel zum medialen Kniehöcker führenden Fasern, bezw. eine stärkere Atrophie im hinteren Vierhügel selbst feststellen können. Solche Befunde liegen nicht vor.

Außer dieser Verbindung wäre die Frage von Kommissurenfasern zu erörtern. Nach Marburg kommen Fasern vor, die nach Ueberschreiten der Mittellinie den Arm des gegenseitigen Vierhügels erreichen. Er läßt dabei die Möglichkeit echter Kommissurenfasern offen. Nach Ohnishi und Busacca sind tatsächlich solche vorhanden (Marchi-methode).

Auch rückläufige Fasern, die im hinteren Vierhügel entspringen sollen, werden — abgesehen von älteren Autoren — in jüngster Zeit von Ohnishi beschrieben. Sie ziehen zur lateralen Schleife und enden in deren Kernen oder in den Kernen der oberen Olive.

Außerdem beschreibt Busacca beim Hund auf Grund experimenteller Zerstörung der Vierhügelplatte (Marchi-methode) den ungekreuzten Tractus tecto-spinalis, der im hinteren Vierhügel entspringen soll, sich zunächst der lateralen Schleife anschließt und bis zum Niveau des 2. Cervikalnerven verfolgt werden konnte.

Das Vorkommen solcher Reflexverbindungen, im einzelnen wohl wahrscheinlich, ist bis heute noch nicht klargestellt. Diese Frage ist in einem späteren Abschnitt noch einmal angeschnitten.

c) Endigung im medialen Kniehöcker:

Der mediale Kniehöcker ist der letzte Kern vor dem Eintritt der zentralen Cochlearisbahnen in die Hörrinde. Es ist wenig wahrscheinlich (wie Held annimmt), daß tatsächlich Fasern, ohne dort unterbrochen zu werden, direkt in die Hörrinde gelangen.

Oben ist darauf hingewiesen worden, daß sich die Fasern der lateralen Schleife teilen. Ein Teil der Fasern zieht zum hinteren Vierhügel, der andere zum medialen Kniehöcker, entweder nach

Unterbrechung im dorsalen Schleifenkern, oder direkt durch den Arm des hinteren Vierhügels. Die letzteren Fasern gehören der sogenannten zentralen akustischen Bahn an und sind für die Hörfunktion wohl die wesentlichen, nach Nagino wahrscheinlich sogar die einzigen. Als Beweis dafür führt er zwei Fälle von Zerstörung der medialen Kniehöcker an; sie zeigen eine rückläufige sekundäre Atrophie im hinteren Vierhügelarm, in der medialen Abteilung der lateralen Schleife, im oberen Olivenkomplex, vor allem im dorsalen Mark der oberen Olive und eine schwache Atrophie der Striae Monakowii und des Tuberculum acusticum auf der gleichen Seite. In diesem Fall könnte man an durchgehende Fasern denken, die ohne wesentliche Unterbrechung in der lateralen Schleife oder in der oberen Olive, vom Tuberculum acusticum bis zum medialen Kniehöcker ziehen. Daß sich auch Fasern aus den ventralen Teilen des Trapezkörpers, wahrscheinlich mit Unterbrechung in den Schleifenkernen, durch den hinteren Vierhügelarm zum medialen Kniehöcker begeben, ist anzunehmen. Ohnishi nimmt als Ursprungsstellen der im medialen Kniehöcker endigenden Fasern folgende an: 1. Fasern aus den hinderen Vierhügeln und Kernen der lateralen Schleife, 2. Fasern, die ohne Unterbrechung in den Kernen der lateralen Schleife direkt ins Corpus geniculatum mediale gelangen (s. auch Cajal, Ferrier und Turner; zit. bei Marburg). Andere Forscher wie Lewandowsky, van Gehuchten, Winkler (zit. bei Marburg) beschreiben letztere Bahnen nicht.

Immer wieder wird behauptet, daß eine Verbindung von Schleifenfasern zum vorderen Vierhügel besteht. Nach Held, Cajal, Kölliker, Obersteiner, Edinger, Mingazzini (z. T. zit. bei Marburg) kommt eine solche Verbindung vor. Marburg gibt an, daß man tatsächlich Fasern beobachten kann, die sich vom vorderen Teil des hinteren Vierhügels zum vorderen Vierhügel ausbreiten. Es ist nicht sicher, wo sie dort enden, nach Held beim Menschen in der mittleren Markschicht.

Eine Fortsetzung zum Sehhügel (Tschermak) ist nach Marburg nicht nachzuweisen. Anton entscheidet sich an Hand von eigenen Schnitten für eine solche Verlaufsweise.

Nach Ohnishi gibt es rückläufige Fasern zum hinteren Vierhügel, die in den Zellen des hinteren Vierhügelarms und im Ventralkern des medialen Kniehöckers entspringen. Nach Nissl

v. Mayendorf (zit. bei Marburg) kommen auch absteigende, direkte Rindenfasern vor, die im Sinne einer Rinden-Vierhügelbahn zum hinteren Vierhügel ziehen. Marburg beschreibt ebensolche Fasern, die sich bei atrophischen Prozessen deutlich vom hinteren Vierhügelarm abtrennen.

Weitere Faserbeziehungen im Bereich des Vierhügelgebiets und des medialen Kniehöckers, die vielfach in der Literatur angeführt werden, sollen hier nicht behandelt werden.

So fehlen z. B. die Degenerationen, die eine Kommissur der beiden medialen Kniehöcker beweisen. Dafür sei folgender Fall zitiert: Nach Zerstörung der Area ectosylvia A der Katze erfolgte eine retrograde Degeneration im homolateralen Corpus geniculatum mediale, dagegen keine solche im kontralateralen. (Versuche von Mettler)

Interessant ist die Erklärung Le Gros Clark's, daß der Hauptteil des medialen Kniehöckers bei den Säugern als ein unter neurobiotaktischem Einfluß funktionelle Reize entstandene cauda-ventrale Vergrößerung des sensorischen Hauptkerns des Thalamus aufzufassen sei.

Damit wären Beziehungen zwischen Hörbahn und Sehhügel verständlich, die sich jedoch auf Schnitten als Faserverbindungen nicht ohne weiteres beweisen lassen. (Vergl. Marburg)

9. Die eigentliche Hörstrahlung und ihre Beziehung zur Hörrinde.

Nach Marburg ziehen die Fasern aus dem medialen Kniehöcker im retrolenticularen Abschnitt der inneren Kapsel zunächst dorsal am lateralen Kniehöcker vorbei und sind von diesem durch einen zarten Saum von Eigenfasern getrennt. Sie ziehen dabei etwas nach aufwärts, um jenseits des lateralen Kniehöckers wieder ventralwärts zu verlaufen, und werden dabei von einigen vorgeschobenen Inseln grauer Substanz des Putamens des Linsenkerns eingebuchtet. Aus dieser Areae sublenticularis ziehen die Fasern wieder dorsolateralwärts, um dort, wo sie den Sulcus circularis insulae ventral umgreifen, von diesem ebenfalls eingebuchtet zu werden. Von dort ziehen die Fasern dann senkrecht gegen die Heschl'sche Windung, um dort einzustrahlen. Dieser Faserverlauf wird als Hörstrahlung oder Radiatio acustica bezeichnet. Marburg stützt sich bei der Beschreibung dieses Verlaufs auf Arbeiten von Zacher, Flechsig, Nissl v. Mayendorf, Pfeifer.

Die Heschl'sche Querwindung liegt nach einer Beschrei-

bung de Crinis an der oberen Fläche des Schläfenlappens und wird erst nach Auseinanderdrängen der Fissura Sylvii sichtbar. Es ist stets eine Windung, häufig aber zwei oder mehrere. Nach Pfeifer (zit. bei Anton) ist die Variationsbreite der Längenausdehnung 9—60 nn. Heschl selbst legt nach de Crinis besonderen Wert auf die vordere Windung. Aber auch zwischen links und rechts, zwischen männlichem und weiblichem Geschlecht, kann ein größerer Unterschied bestehen.

Strahlen aber alle Fasern der zentralen Hörstrahlung in die Heschl'sche Querwindung ein?

Nach Flechsig (zit. bei de Crinis) tritt der Hauptteil der Fasern in die inneren zwei Drittel der I. Querwindung ein; nur wenige Fasern finden sich weiter außen und verlaufen zur oberen Temporalwindung. Nach Pfeifer treten die Hörstrahlen nur in die vordere Querwindung ein. Man muß also den Teil der Hörrinde als primäres, kortikales Hörfeld der Hirnrinde ansehen, von dem aus die Umschaltung auf die hier nicht näher zu erörternden anderen Gebiete der zentralen Hörregion erfolgt.

Erwähnt sei noch, daß de Crinis die Felder, in denen er die sogenannte akustische Zelle Cajal's nachweisen kann, zur erweiterten Hörsphäre rechnet. Es sind dies die Felder TA 1, TA 2; TB, TC, TD; TE und TG.

Auf Grund pathologisch-anatomischer Befunde nimmt Nagino einen größeren Zusammenhang des medialen Kniehöckers mit dem Schläfenlappen, und nicht nur mit der Heschl'schen Querwindung an. Die Heschl'schen Querwindungen stehen nach ihm im Zusammenhang mit dem Nucleus dorsalis des gleichseitigen medialen Kniehöckers, die I. Temporalwindung in Beziehung zum Nucleus ventralis des medialen Kniehöckers; und zwar der orale Teil des ersteren in Beziehung zum caudalen Teil des letzteren, und umgekehrt.

Es folgen noch einige Einzelheiten. Nach Nagino steht das dorsale Blatt der I. Temporalwindung im Zusammenhang mit dem Nucleus ventralis des mittleren Drittels des gleichseitigen medialen Kniehöckers, und das ventrale Blatt der ersteren mit dem Nucleus ventralis des caudalen Drittels des letzteren.

Außer diesen Verbindungen stehen die Gyri supramarginalis und angularis, II. und III. Temporalwindung, wenn auch wenig, doch zum medialen Kniehöcker in gewisser Beziehung.

III. Rückschlüsse, die aus pathologischen und physiologischen Untersuchungen auf den Verlauf des Hörnerven gezogen werden können (soweit sie im vorigen Abschnitt noch nicht berücksichtigt sind).

Eine genaue quantitative und qualitative Unterscheidung der einzelnen Bahnen ist vielfach nur bedingt möglich.

Vogt schreibt darüber, daß die heutige mikroskopische Anatomie nicht daran kranke, zu wenige Formen und Nervenzellen unterscheiden zu können. Die große Schwierigkeit bestehe darin, die physiologisch bedeutungsvolleren unter der Zahl der vorhandenen Bahnen festzulegen. Hier können pathokline topistische Erkrankungen wichtige Hinweise geben. Die häufige Beschränkung einer Erkrankung auf eine topistische Einheit und das Nichtgetroffensein der benachbarten, dränge zur Annahme irgend einer physiologischen Differenz zwischen den erkrankten und den intakt gebliebenen nervösen Elementen.

Ein isoliertes Befallensein einzelner Bahnen des Cochlearis ist aber ihrer anatomischen Lage wegen beinahe ausgeschlossen, deshalb hat die Erforschungg der Hörbahn mit außerordentlich großen Schwierigkeiten zu kämpfen.

Es soll aber trotzdem im folgenden versucht werden, einige interessante pathologische und physiologische Befunde zur weiteren Klärung heranzuziehen.

Betrachtet man die zentrale Schwerhörigkeit und nimmt die Bahnenkreuzung als tatsächlich bestehend an, so ist zu erwarten, daß bei Herden im Bereich der kortikalen Hörrinde, des medialen Kniehöckers wie der lateralen Schleife der einen Seite, eine Schwerhörigkeit auf der anderen, der gekreuzten Seite auftritt (Grahe, Sommer, Spiegel u. a.). Allein schon die Tatsache, daß keine völlige Taubheit an dem einen Ohr auftritt, beweist uns immerhin, daß gekreuzte Bahnen vorhanden sein müssen. Deshalb ist es nach Klestadt besser, von teils gekreuzter, teils ungekreuzter Schwerhörigkeit zu sprechen. Es hat sich gezeigt, daß einseitige Herde die Hörfunktion an beiden Ohren in hohem Maße schonen können, nicht nur der intakt gebliebenen Seite, sondern auch des ungekreuzten Ohres, wenn auch ungleich stark, so doch im gesamten Tonbereich. Nach Bing hat dann eine gekreuzte Hemianakusis nur flüchtigen Charakter, was zur Annahme zwinge, daß jeder Cochlearis mit beiden akustischen Arealen der Temporalrinde verbunden ist.

Ein Fall von Nagino (Fall XIII) soll hier noch kurz erwähnt werden, um zu zeigen, daß durchaus nicht immer eine Hörstörung vorhanden sein muß. Bei diesem Fall war die rechte Heschl'-sche Windung primär zerstört, das Gehör jedoch vollkommen normal. Auch der Fall von Klestadt, bei dem Ton- und Sprachgehör unversehrt geblieben sind, obwohl eine Großhirnrinde vollständig entfernt worden war, beweist dies. Aehnliches wird von Tumoren der lateralen Schleife und des medialen Kniehöckers berichtet. Häufiger allerdings wird das kontralaterale Ohr stärker in Mitleidenschaft gezogen. Brunner, Bleier, J. Fischer, Güttich u. a. (zit. bei Klestadt) beschreiben bei Herden der lateralen Schleife einen höheren Grad der Schwerhörigkeit auf der gekreuzten Seite.

Kompanejetz stellt bei Schläfenlappenabszessen fest, daß bei Schädigung des kortikalen Zentrums oder der subkortikalen Bahn die quantitative Perzeption für tiefe Töne am kontralateralen Ohr herabgesetzt wird, also eine differenzierte Leitung für hohe und tiefe Töne existiert, wobei die Fasern für tiefe Töne kreuzen sollen. Grahe's Hörbilder bei Schläfenlappenprozessen stimmen mit diesem Befund überein. Nach Grahe findet in diesem Fall eine Heraufsetzung der unteren Tongrenze auf dem gegenseitigen Ohr statt. Anatomisch läßt sich das natürlich nicht beweisen, da gekreuzte Bahnen kein unterscheidendes Merkmal aufweisen. Auch eine besondere Lokalisation für hohe und tiefe Töne in der Hörrinde ist nach Eliasson nicht vorhanden, vielmehr genügt seiner Meinung nach ein Rest des Hörzentrums für alle Tonhöhen.

Bei Tumoren des Schläfenlappens findet Marburg andere Verhältnisse, nämlich eine starke Herabsetzung der Hörweite für Flüstersprache auf der Gegenseite, und nur eine geringe auf der gleichen Seite.

Daraus geht hervor, daß die Schwerhörigkeit durch Zerstörungen im Hörzentrum nicht dem Modus von Grahe entspricht, nach dem die tiefen Töne mehr auf der kontralateralen, die hohen mehr auf der homolateralen Seite betroffen sein sollen. Man kann nur sagen, daß eine einseitige, zentrale Hörstörung meist auf der kontralateralen Seite stärker in Erscheinung tritt.

Nach Klestadt sind bindende Schlüsse aus den Hörbildern nicht zu ziehen. Die quantitativen Unterschiede bei Erkrankungen im Hirnstamm haben ihre Ursache in der Verteilung der sekundären Cochlearisbahnen.

Auch auf die Versuche von Kreidl und Kato soll noch einmal zurückgegriffen werden.

In einem Fall wurde an Hunden die Medulla oblongata in der Mittellinie mit Ausnahme der sogenannten oberen Schleifenkreuzung in der Gegend der hinteren Vierhügel durchtrennt. Das Hörvermögen bestand auch dann unverändert fort, wenn nur die ventralen Kreuzungen vollkommen durchtrennt wurden, oder auch die dorsalen; also eine vollständige Durchtrennung stattfand. (Kreidl)

In einem zweiten Versuch, den er mit Kato zusammen ausführte, wurde an Tieren die Medulla oblongata von der Mittellinie aus oberhalb des Acusticusgebiets vollkommen quer durchtrennt und der Acusticus der Gegenseite zerstört. Diese Tiere verfügten also nur noch über eine gekreuzte Hörbahn. Auch diese Tiere unterschieden sich in ihrem Hörvermögen nicht von normalen. (Kreidl)

In einem dritten Versuch wurde einem Hund eine Großhirnhemisphäre, nach einigen Monaten der Acusticus der anderen (?-gleichen) Seite zerstört. Das Tier verfügte in diesem Falle nach Kreidl nur noch über eine ungekreuzte Hörbahn und verhielt sich in seinem Hörvermögen völlig normal.

Nach Kreidl zeigen diese Versuche, daß auch ungekreuzte Hörbahnen für die Hörfunktion eine wesentliche Rolle spielen. Dagegen zeigen sie nicht, ob ausschließlich die dorsale Bahn die Hörbahn für die bewußte Hörempfindung ist.

Wie schwierig auch beim Menschen eine sichere Beurteilung eines gekreuzten oder ungekreuzten (teilweise) Verlaufs der Hörbahnen ist, mögen folgende zwei Fälle Brunner's zeigen:

Beim einen handelt es sich um eine walnußgroße Geschwulst, die rechts in die Großhirnhemisphäre eingesprengt ist und in die Vierhügelplatte übergeht. Sie überschreitet die Raphe nicht; der rechte hintere Vierhügel ist normal. Die rechte laterale Schleife zeigt geringe Faserverminderung. Einseitige Zerstörung des rechten hinteren Vierhügelarms und des medialen Kniehöckers. Absteigende degenerative Atrophie des Spiralganglions und des Spiralnerven im Bereich der Vorhofs- und Basalwindung der Schnecke und zwar auf beiden Seiten.

Dieser Fall zeigt deutlich den teilweise gekreuzten, teilweise ungekreuzten Verlauf der Cochlearisbahnen zum medialen Kniehöcker der einen Seite.

Einen wesentlich anderen Befund gibt der zweite Fall. Es handelt sich um ein Pinealom, das den hintersten Teil des 3. Ventrikels ausfüllte und in die Vierhügelplatte und Mittelhirnhaube eingedrungen war. Die rechte Seite ist schwer beschädigt. Die hinteren Vierhügelarme und die medialen Kniehöcker auf beiden Seiten größtenteils zerstört. Rechte Seite stärker betroffen. Hinterer Vierhügel, laterale

Schleife, Trapezkörper beiderseits keine Besonderheiten. Auffallend linke Cochlea und linker Cochlearnerv stark degenerativ verändert.

Brunner kommt zu folgendem Ergebnis: Kontralaterale Hörstörung ist bei Mittelhirntumoren sicher.

Interessant ist eine an Hand des ersten Falls aufgestellte Teorie von Brunner nach der es möglich sein soll, daß eine Leitungsunterbrechung des zentralen Cochlearissystems an einer Stelle, eine degenerative Atrophie der Cajal'schen Zellen im ganzen System, also auch der Zellen des Spiralganglions, zur Folge haben könne. In diesem Sinne würde auch ein Befund de'Crinis sprechen, der bei einem Fall von Acusticustumor ein Fehlen der Cajal'schen Zellen in der Hörrinde feststellte.

Eine Gegenüberstellung dieser Fälle zeigt beide Male ein Befallensein der medialen Kniehöcker. Während in dem einen Fall (bei dem nur ein medialer Kniehöcker beteiligt ist) beide Spiralganglien und Schnecken betroffen sind, ist im zweiten Fall nur die gegenseitige Schnecke ergriffen.

Daraus kann man sehen, wie ungemein vorsichtig man in der Auswertung pathologisch-anatomischer Befunde sein muß, und wie leicht solche Befunde zu falschen Schlüssen verleiten können.

Ueber die funktionelle Bedeutung einzelner Cochleariskerne:

Auffallend ist das eine, daß man bei Tumoren der hinteren Viehügel eigentlich nie eine Hörstörung sieht. Siebenmann beschreibt solche Tumoren. Nach ihm beruhen alle Hörstörungen bei Mittelhirnaffektionen auf einer Läsion der Haube (laterale Schleife, hinterer Vierhügelarm, medialer Kniehöcker). Im Gegensatz dazu beobachtet Höber an Hunden und Affen bei Läsion dieser Partie eine Schädigung, allerdings keine Aufhebung des Hörvermögens. Nach Marburg ist der hintere Vierhügel ein optisch-akustisches Reflexzentrum. Die zum hinteren Vierhügel ziehenden Fasern der Hörbahn vermitteln keine spezifische Sinnesempfindung, sondern dienen lediglich der Reflexvermittlung. Dafür spricht ja auch die Tatsache, daß aus der Temporalregion und dem medialen Kniehöcker absteigende Fasern zum hinteren Vierhügel ziehen, die im Sinne einer zentrifugalen Leitung zu einem Reflexzentrum verlaufen. Vielleicht ist dort auch ein Rest eines früheren Hörzentrums vorhanden. Karplus und Kreidl haben an Affen, nach Totalexstirpation beider Großhirnhemisphären, auf Pfeifen und Schnal-

zen, auf leise mit den Lippen hervorgerufene Geräusche, Ohrmuschelreflexe, Lid- und Augenbewegungen, Zusammenzucken des Kopfes und Augenöffnungen beobachtet. In diesem Sinne sind auch die Angaben Spiegel's über das Verhalten der Pupille bei akustischen Reizen zu werten.

Nach Westphal, Holmgreen, Rachlmann, Witkowsky, Braunstein (zit. bei Spiegel) zeigt sich bei solchen Versuchen eine Erweiterung der Pupille, nach Schurygin und Cemach oft auch eine Verengerung. Zum Zustandekommen dieses Reflexes ist Erhaltensein des Bewußtseins nicht nötig. Spiegel vermutet, daß der Thalamus (vielleicht speziell die Karplus-Kreidl'sche Stelle im Corpus subthalamicum) als Zentrum dieses Reflexes in Frage kommt. Kakoshita findet bei Mittelhirntieren nach Durchschneidung vor dem vordereu Vierhügel auf Schallreize keine Reflexe mehr.

Ueber den komplizierten Reflexapparat im Mittelhirn herrschen heute noch, besonders was das Cochlearsystem betrifft, große Unklarheiten.

Auch die Frage nach der Funktion der oberen Olive ist noch nicht einwandfrei zu beantworten. Nach Ziehen dient sie wohl teilweise der Reflexvermittlung, nach Winkler bewirkt sie vermutlich die reflektorische Augenbewegung nach der Schallseite hin. Außer Augenbewegungen kommen nach Ziehen Wirkungen auf die Facialismuskulatur in Frage. Nach Ogawa hat die obere Olive einen Zusammenhang mit der Lage des Kopfes, während ihre spezielle Differenzierung bei Primaten wahrscheinlich mit der geraden Körperstellung und der Frontrichtung der Augen zusammenhängen soll.

IV. Zusammenfassung.

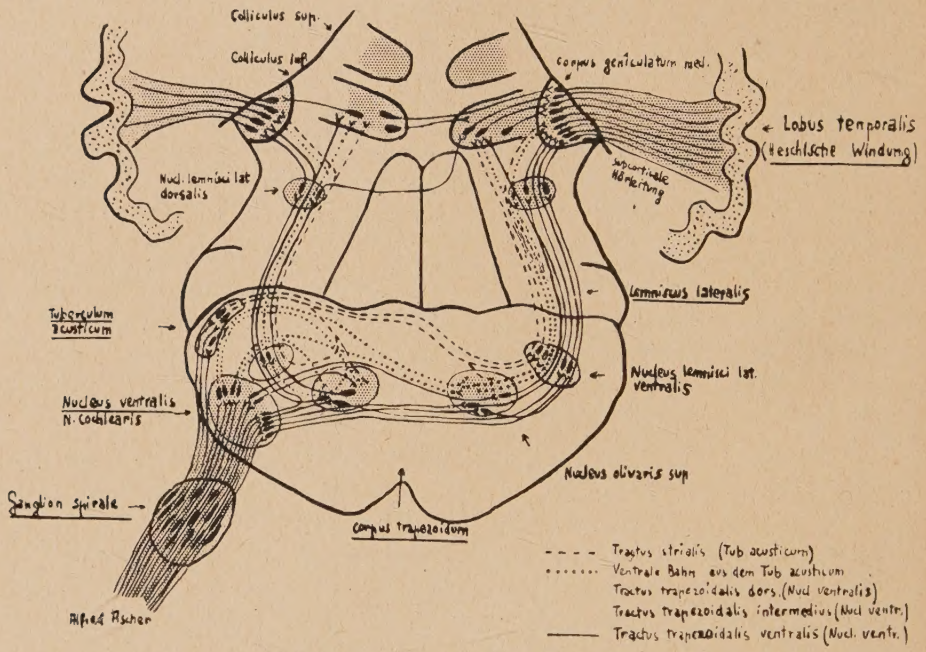
Sinn und Zweck dieser Arbeit ist, den Bahnenverlauf des Nervus Cochlearis nach dem heutigen Stand unserer Erkenntnis darzustellen.

Faßt man die Unmenge von sicheren und wahrscheinlichen Angaben kurz zusammen, so kann vor allem vom Menschen gesagt werden:

Pathologisch-anatomische Befunde, physiologische Ergebnisse und anatomische Tatsachen weisen darauf hin, daß außer einem hauptsächlich gekreuzt verlaufenden Bahnensystem auch ein nicht unwesentliches ungekreuztes besteht.

Eine physiologische Trennung dorsaler und ventraler Bahnen im Sinne Winkler's und anderer Autoren, ist auch heute noch nicht möglich.

Schematische Darstellung des Bahnenverlaufs des Nervus Cochlearis.



Nucl. ventralis N. cochlearis, Tuberculum acusticum, Nucl. oivaris sup. und Nucl. lemnisci lat. ventralis sind in eine Ebene projiziert.

Für die freundliche Ueberlassung des Themas möchte ich Herrn Prof. Dr. Schwarz, für die Uebernahme des Referats Herrn Prof. Dr. Albrecht meinen Dank abstatten.

V. Schrifttum.

Anton, G.: Zentren und Bahnen des N. Cochlearis. Handbuch der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde. Bd. VI.

Bing, R.: Kompendium der topischen Gehirn- und Rückenmarksdiagnostik. 9. Aufl.

Braus, H.: Anatomie des Menschen. III. Bd. Centrales Nervensystem von Kurt Elze.

Brugi, G.: Di una particolare Massetta di sostanza grigia nel Diencefalo dell' uomo. Anat. Anz. 78, S. 206—207.

Brunner, H.: Zur Pathologie der Mittelhirntaubheit. Monatschrift f. Ohrenheilkunde 67, S. 800—812 und S. 970—988.

Busacca, A.: Le vie efferenti delle eminze quadrigemelle del cane. Anatom. Bericht 15 S. 130.

Ciabatti, O.: Ricerche sul nucleo dorsale del lemnisco laterale. Anat. Bericht 25 S. 314.
Crinis, Max de: Anatomie der Hörrinde als Grundlage des physiol. und pathol. Geschehens der Hörwahrnehmung. 1934.
— Aufbau und Abbau der Großhirnleistungen und ihre anatomischen Grundlagen. 1934.
Davis, H., Saul, L.: Action currents in the auditory tracts of the midbrain of the Cat. Anat. Bericht 25 S. 314.
Fuse: Experimentaluntersuchungen über die obere Olive und das Corpus trapezoideum. Arbeiten aus dem Anatomischen Institut der Universität zu Sendai. Heft IX S. 1—107.
Gagel und Bodechtel: Die Topik und feinere Histologie der Ganglienzellgruppen in der Medulla oblongata und im Ponsgebiet mit einem kurzen Hinweis auf die Gliaverhältnisse und die Histopathologie. Z. f. Anat. u. Entw.-Gesch. Bd. 91.
Grahe: Zt. f. Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde. XXIV. 9. Kongr.
Hikiji, K.: Zur Anatomie des Bodens der Rautengrupe beim Neugeborenen. Anatom. Anzeiger 75 S. 436.
Hogg, Ira D.: Bilateral degeneration of the auditory nerves in the albino Rat. Anat. Bericht 19 S. 27.
Höber, R.: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 23. Kapitel, Hirnstamm und Stammganglien.
Hornetz, T.: Ueber die Existenz einer Station der Hörbahn im Pulvinar. Anat. Bericht 32 S. 6.
Kaida, Y.: Ueber die primären Endigungen der Wurzelfasern des N. cochlearis.
— Ueber den Verlauf der sekundären Bahn des N. cochlearis. Anat. Bericht 24 S. 92/93.
Klestadt, W.: Symptomatologie der Erkrankungen des N. VIII einschließlich Leitung im Gehirnstamm. Handbuch der Neurologie. Bd. IV.
Kölliker: Handbuch der Gewebelehre. Bd. II.
Kompanejetz, S.: Ueber zentrale Hörstörungen bei Schläfenlappenabszessen. Monatschrift f. Ohrenh. 67, S. 1322—29.
Kreidl, A.: Zur Frage der sekundären Hörbahnen. Monatschr. f. Ohrenh. 48, S. 1—14.
— Die Physiologie des inneren Ohrs, der zentralen Hörbahnen und Zentren. Handb. der Neurologie d. Ohres. Bd. I.
Le Gros Clark, W. E.: The medial geniculate body and the nucleus isthmi. Anat. Bericht 29, S. 152.
Marburg, O.: Entwicklungsgeschichte, makrosk. u. mikrosk. Anatomie des N. cochlearis, vestibularis und Kleinhirns sowie des zugehörigen Abschnitts des zentralen Nervensystems. S. 174—336.
— Die Tumoren des Schläfenlappens. Handbuch d. Neurol. d. Ohres. Bd. II, 2.
— Die Tumoren im Bereich des Cochlear- u. Vestibularissystems und Kleinhirns. Handb. d. Neurol. d. Ohres. Bd. III.

Mettler, F. A.: Connections of the auditory cortex of the Cat. Anat. Bericht 28, S. 408.
Mingazzini, G.: Medulla oblongata und Brücke. Handbuch d. Mikroskopischen Anatomie des Menschen. Bd. IV, 1.
— Das Mittelhirn. Handb. d. Mikr. Anatomie d. Menschen. Bd. IV, 1.
Nagino, I.: Anatomische Untersuchungen über die zentralen akustischen Bahnen beim Menschen. Schweiz. Arch. Neurol. Psych. XVII, S. 229—259. XVIII, S. 98—129.
Ogawa, T.: Myelogenetische Studie über das corpus trapezoid. und die Oliva sup. des Menschen und einiger Säugetiere. Anat. Bericht 33, S. 408.
Ohnishi, G.: Ueber die zentralen Hörbahnfasern. J. med. Sci. I. Anatomy V. Abstr. 239/242.
O' Leary, J. L.: Abnormalities in the brain stem associated with malformation in the ear. Anat. Bericht 26, S. 550.
Papez, J. W.: Central acustic tract in cat and man. Anat. Bericht 20, S. 111.
Poljak, S.: Untersuchungen am Octavus-system der Säugetiere und an den mit diesen koordinierten Apparaten des Hirnstamms. Eine morphologische Studie. Anat. Bericht 12, S. 224.
Pollak, E.: Anatomie des Rückenmarks, der Medulla oblongata und der Brücke. Handbuch der Neurologie. Bd. I.
Rauber-Kopsch: Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. Abt. 5—6.
Siebenmann: Hörbahn und ihre Schädigung durch Geschwülste des Mittelhirns. Zt. f. Ohr. 1896. XXIX, S. 27.
Spiegel, E. A.: Vegetative Reflexwirkungen bei Erregung des N. cochlearis. Handb. d. Neurol. d. Ohres. Bd. III.
Villiger, E.: Die periphere Innervation. 1933.
Vogt, G. und O.: Die Grundlagen und Teildisziplinen der mikroskop. Anatomie des Zentralnervensystems. Handbuch d. mikr. Anatomie d. Menschen. Bd. IV.
Yamamoto, M.: Sekundäre Degenerationen an Hirnnerven beim Menschen. Arbeiten aus dem anatomischen Institut der Universität zu Sendai. Heft IX, S. 110—232.
Ziehen, Th.: Anatomie des Zentralnervensystems, II. Abt. Mikroskop. Anatomie des Gehirns. Bd. I—IV.

Lebenslauf.

Alfred Fischer, geboren am 17. November 1912 in Stuttgart, als Sohn des Sägwerkbesitzers Albert Fischer und seiner Ehefrau Anna, geb. Köpf. Nach zwei Jahren Elementarschule trat ich 1921 in das Reformrealgymnasium in Stuttgart ein und legte dort im Frühjahr 1932 die Reifeprüfung ab. Ich studierte Medizin in Tübingen, Berlin und Kiel. Im Sommer 1934 bestand ich in Tübingen die ärztliche Vorprüfung. Mit vorliegender Arbeit befaßte ich mich Wintersemester 36/37.